

# 鋼製地中連続壁工法－I

(コンクリート等充填鋼製地中連続壁工法)

## 設計施工指針（案）

2019年4月

鋼製地中連続壁協会

# 「鋼製地中連続壁工法－I」

## 目 次

第1章	総則		
1. 1	適用範囲	-----	1
1. 2	用語の定義	-----	2
第2章	設計		
2. 1	鋼製地中連続壁の設計フロー	-----	8
2. 2	使用材料	-----	9
2. 3	許容応力度	-----	11
2. 4	構造形式および荷重	-----	15
2. 5	壁体の設計	-----	19
2. 5. 1	壁体の剛性	-----	19
2. 5. 2	壁体の応力算定および照査	-----	23
2. 5. 3	地震時の設計	-----	40
2. 5. 4	壁体の支持力算定	-----	42
2. 5. 5	浮上りの検討	-----	44
2. 5. 6	現場継手の設計	-----	45
2. 5. 7	本体構造との接合	-----	47
2. 5. 8	構造細目	-----	54
第3章	施工		
3. 1	施工計画	-----	60
3. 2	施工準備および準備工	-----	63
3. 3	掘削	-----	64
3. 4	NS-BOX 受入れ	-----	67
3. 5	NS-BOX 建込み	-----	69
3. 5. 1	事前検討	-----	69
3. 5. 2	建込み準備	-----	71
3. 5. 3	建込み	-----	74
3. 6	エレメント間継手	-----	81
3. 7	充填	-----	86
3. 7. 1	使用する充填材	-----	86
3. 7. 2	コンクリートの打込み	-----	88
3. 7. 3	根固めコンクリートの打込み	-----	90
3. 7. 4	安定液（泥水）固化	-----	91

## 付 録

付録 1	GH の断面性能表 -----	付 1
付録 2	鋼製地中連続壁文献リスト -----	付 28

## 参 考

参考 1	NS-BOX の設計フロー -----	参 1
参考 2	性能照査型設計法について -----	参 3
参考 3	溶接カプラーせん断試験 -----	参 7
参考 4	施工チェック項目 -----	参 13
参考 5	品質管理検査基準 -----	参 16
参考 6	コンクリートの配合例 -----	参 17
参考 7	作業ヤード実施例および RC 連続壁との比較--	参 18
参考 8	鋼製地中連続壁の発進・到達立坑の鏡切り施工例 -----	参 23
参考 9	NS-BOX の製作仕様書例 -----	参 26

## 第1章

---

# 総則

## 第1章 総則

### 1.1 適用範囲

本指針は鋼製連壁部材「NS-BOX」を使用して、安定液掘削工法で施工する、仮設または本体利用の鋼製地中連続壁工法-Iの設計、施工に適用する。

#### 【解説】

本指針は、地下道路、地下駅、立坑などの仮設または本体地中壁に用いる鋼製地中連続壁工法の内、安定液掘削工法で施工する鋼製地中連続壁の設計、施工に必要な諸規定を示したものである。

なお、ソイルセメントなどを用いて施工する原位置土混合攪拌工法を採用する場合は、鋼製地中連続壁工法-II設計施工指針(案)に準拠するものとする。

また、荷重および外力の算定方法や土留め解析方法、土留め安定、また安定液掘削時の検討、補助工法などについては、以下の図書等を参照することとし、本指針には含めない。

1. 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 I～V (H24. 3)
2. 日本道路協会：鋼管矢板基礎設計施工便覧 (H9. 12)
3. 日本道路協会：共同溝設計指針 (S61. 3)
4. 日本道路協会：駐車場設計・施工指針 同解説 (H4. 11)
5. 土木学会：トンネル標準示方書 開削工法・同解説 (H18. 7)
6. 土木学会：コンクリート標準示方書 (H25. 3)
7. 土木学会：鋼・合成構造物標準示方書 総則編・構造計画編・設計編 (H19. 3)
8. 土木学会：鋼・合成構造物標準示方書 施工編 (H21. 7)
9. 日本建築学会：鉄骨鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 (2014. 1)
10. 日本建築学会：山留め設計施工指針 (2002. 2)
11. 日本建築学会：建築基礎構造設計指針 (2001. 10)
12. 日本建築学会：プレストレストコンクリート設計施工規準・同解説 (1998. 11)
13. 先端建設技術センター：大深度土留め設計・施工指針 (案) (H6. 10)
14. 地中連続壁基礎協会：地中連続壁基礎工法ハンドブック (施工編) (1994. 5)
15. 地中連続壁基礎協会：地中連続壁基礎工法ハンドブック (設計編) (1993. 11)
16. 首都高速道路株式会社：トンネル構造物設計要領 (開削工法編) (H20. 7)
17. 首都高速道路株式会社：仮設構造物設計要領 (H19. 9)
18. 日本鉄道技術協会：深い掘削土留工設計法 (H5. 9)
19. 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説 開削トンネル (H13. 3)
20. 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説 耐震設計 (H24. 9)
21. 日本トンネル技術協会：地中送電用深部立坑、洞道の  
調査・設計・施工・計測指針 (東京電力委託) (S57. 3)
22. 日本トンネル技術協会：H形鋼を芯材とする土留め壁本体利用の設計手引き  
(H14. 7)
23. 土木学会：トンネルライブラリー第9号 開削トンネルの耐震設計 (H10. 10)

## 1. 2 用語の定義

本指針に用いる用語の定義は次の通りとする。

### (1) 鋼製地中連続壁工法－I

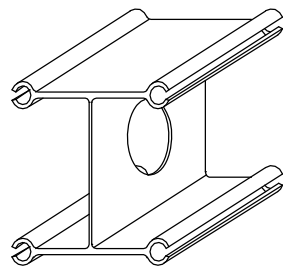
「安定液掘削工法で施工された溝中に NS-BOX を連続して建て込み、固化材を充填して築造する仮設または本体利用の地中連続壁」

本指針で鋼製地中連続壁と記述された場合、特に注記がなければ鋼製地中連続壁工法－I を意味する。

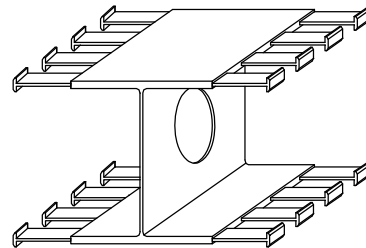
### (2) 鋼製連壁部材 (NS-BOX : New Steel BOX structure for diaphragm wall)

「鋼製連壁部材は平行フランジ型の鋼製土留め壁材料で、フランジの両端に嵌合継手を有する構造部材である。」

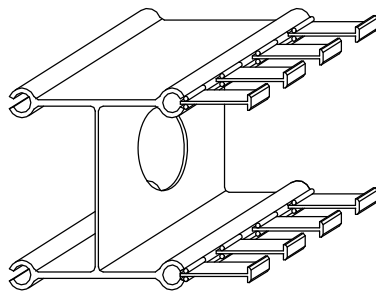
GH-R、GH-H、GH-C の3タイプがあり、寸法調整用として GH-Rs を使用することがある。構築時には、C 継手となる GH-R と、T 継手となる GH-H、GH-Rs、GH-C を交互に嵌合させて配置する。GH-C は矩形立坑などの隅角部に使用する。(図-1.2.1 参照)



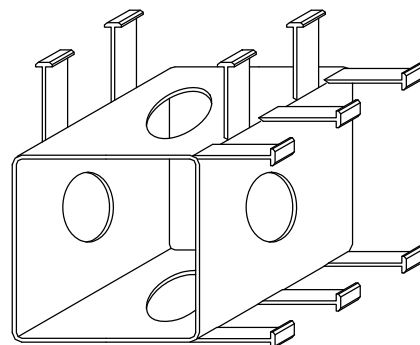
GH-R



GH-H



GH-Rs



GH-C

図-1.2.1 鋼製連壁部材

(3) NS-BOX の各部名称

「NS-BOX の各部名称および記号」

NS-BOX の各部名称および記号は以下の通りとする。

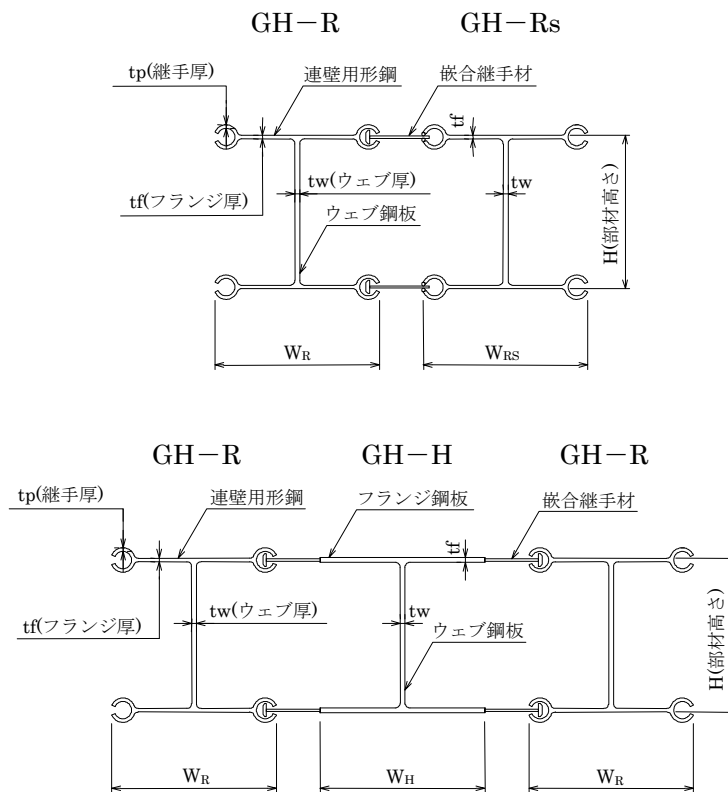
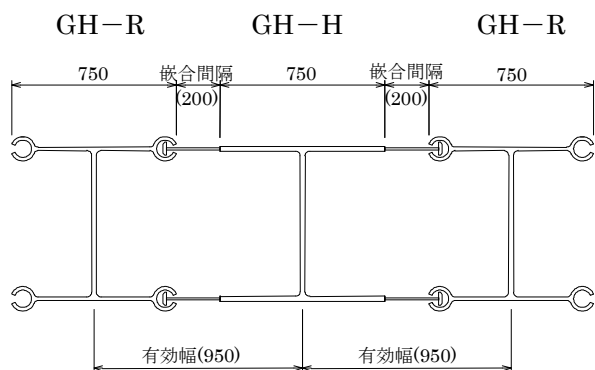


図-1.2.2 NS-BOX の各部名称

(4) 有効幅

「NS-BOX の設計上の部材幅 (荷重分担幅)」

NS-BOX のウェブ中心間距離で表される。標準有効幅は 950mm とする。



( )内は標準寸法

図-1.2.3 有効幅

(5) 嵌合継手

「NS-BOX のフランジ両端に設けられた NS-BOX 同士を連結するための継手」

嵌合継手は C 継手と T 継手より構成される。なお、嵌合継手は NS-BOX の部材軸方向に断続的に設けたものを標準とする。

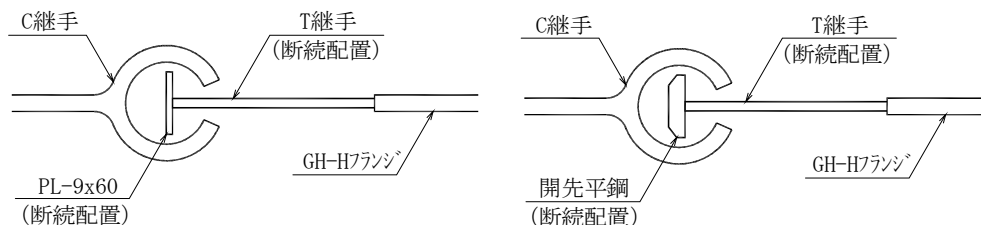


図-1.2.4 嵌合継手

(6) ウェブ開口部

「NS-BOX のウェブに設けられた開口」

NS-BOX と充填コンクリートなどとの一体性を確保し、かつ細部まで確実に充填されるように設置されたもの。

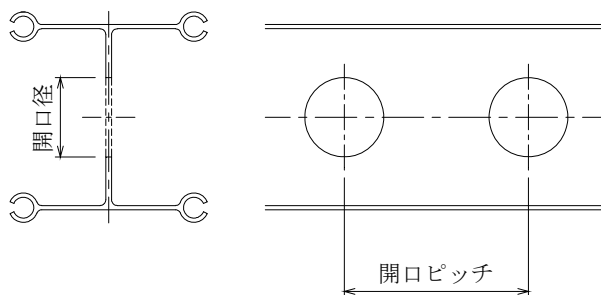


図-1.2.5 ウェブ開口部

(7) 正曲げおよび負曲げ

「NS-BOX に発生した断面力の内、曲げモーメントの呼称」

一体壁および重ね壁形式において、NS-BOX が圧縮側となる方向の曲げを正曲げ、NS-BOX が引張側となる方向の曲げを負曲げとする。

(8) 単材長

「工場出荷時の NS-BOX の長さ」

一般に 13m以下とするが、輸送条件、施工条件により適切な長さを決定する。



(9) 部材全長

「NS-BOX およびH形鋼等鋼材の深さ方向の長さ」

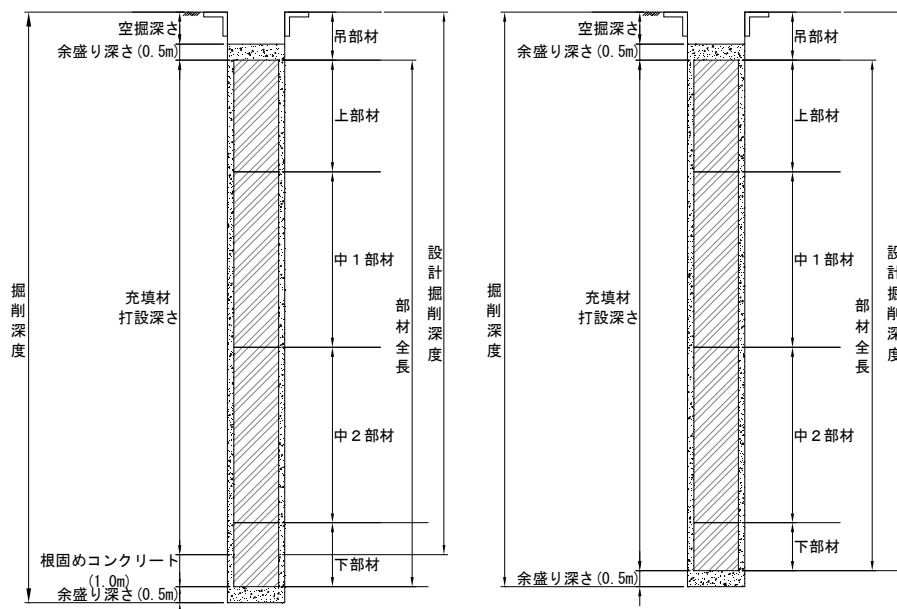


図-1.2.6 深さ方向の寸法名称

(10) 現場継手

「現場で深さ方向に NS-BOX を継ぐための継手」

原則として高力ボルト摩擦接合とする。

(11) 掘削長

「鋼製地中連続壁の一つのエレメントを施工するために掘削する平面的な長さ」

(12) ガット

「掘削機械による1回の掘削単位」

(13) エレメント

「コンクリート等の充填材を一回で打ち込む構築単位」

隣接するエレメントの内、先に構築するエレメントを先行エレメント、後で構築するエレメントを後行エレメントとする。また、先に構築されたエレメントに隣接して作られるエレメントとの間の閉合を行わないエレメントを片押しエレメントとする。

- (14) エlement長  
「1 Elementの水平方向の長さを壁の中心線に沿って測定した長さ」
- (15) Element間継手  
「鋼製地中連続壁のElement間(先行Elementと後行Elementの間)の継手」
- (16) 先行Element、後行Element  
「隣接するElementの内、先に構築するElementが先行Element、後で構築するElementが後行Element」
- (17) 片押しElement  
「先に構築されたElementに隣接して構築されるElement間の閉合を行わないElement」
- (18) 先行Element端部部材  
「先行Elementの端部に配置される NS-BOX」
- (19) コーナー部材  
「GH-Cのようにコーナーに配置される NS-BOX」
- (20) 一般部材  
「先行Element端部部材、コーナー部材以外の標準的な NS-BOX」

(2 1) 壁厚

「設計掘削幅および有効壁厚」

設計掘削幅および有効壁厚は以下の通りとする。

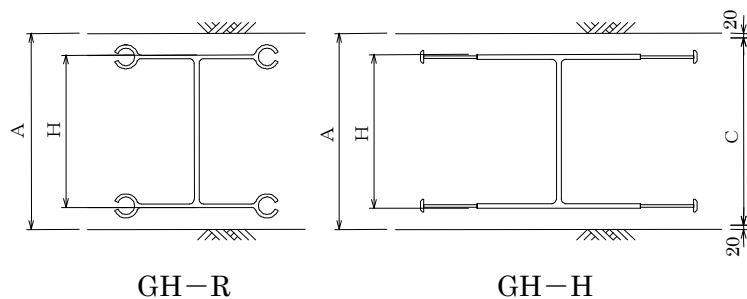


図-1.2.7 壁厚

A : 設計掘削幅 (設計に使用する掘削幅)

C : 有効壁厚

H : 部材断面の高さ (NS-BOX のフランジ間の外法寸法で設計上の呼称壁厚)

(2 2) かぶり

「鉄筋コンクリート部材同様、壁体縁端と NS-BOX までの、壁厚方向のコンクリートの厚さ」

フランジ部のかぶりを一般部かぶりと称し、嵌合継手部のかぶりを純かぶりと称する。

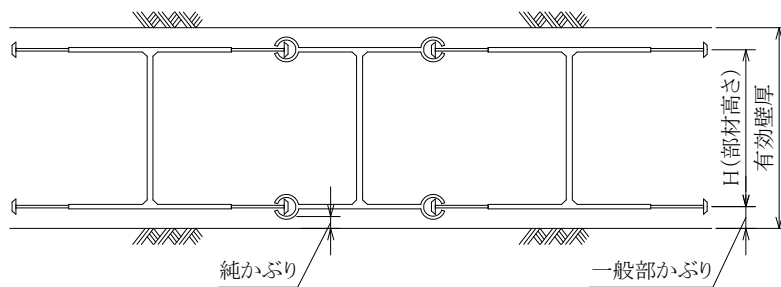


図-1.2.8 一般部かぶりと純かぶり

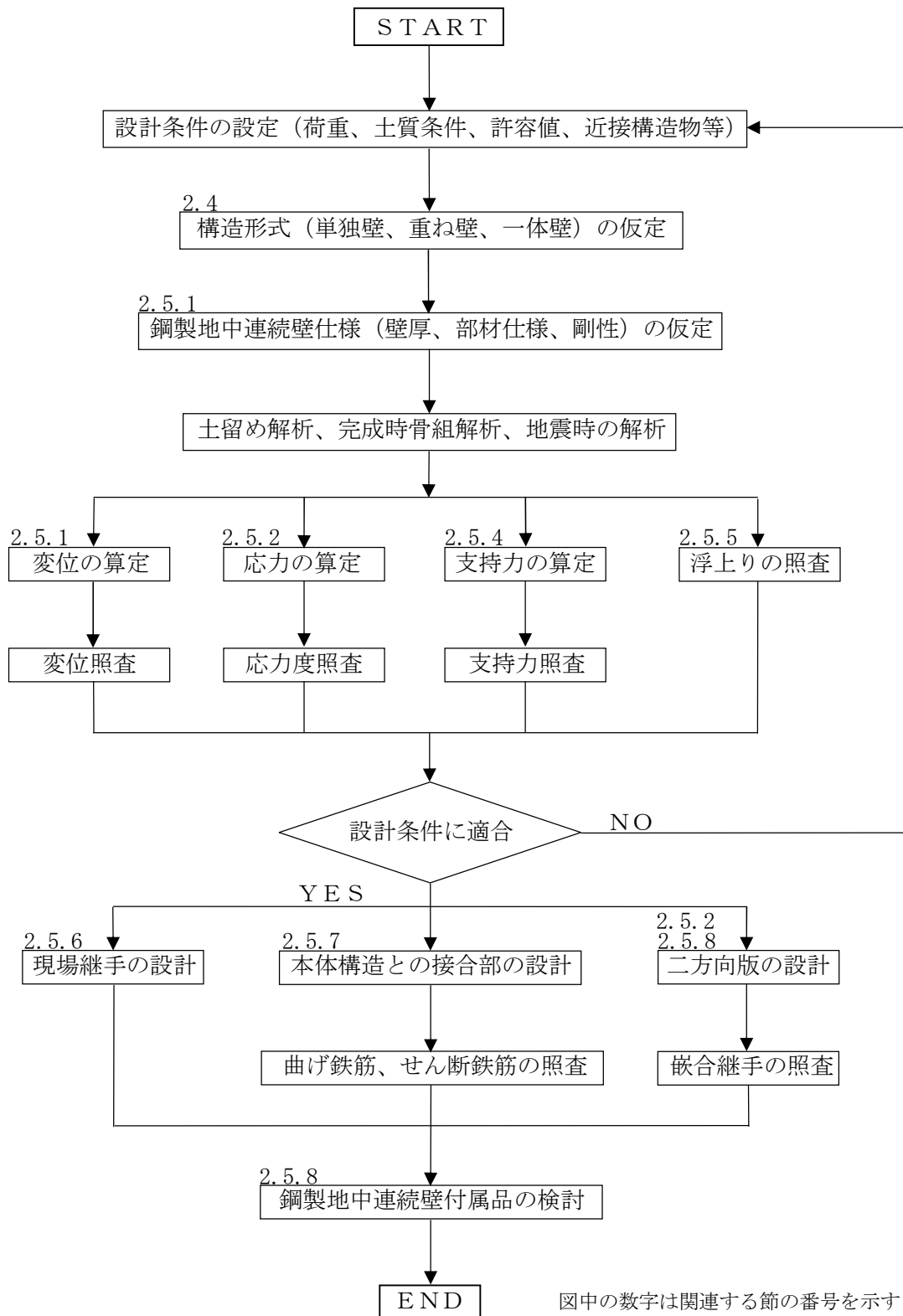
## 第2章

---

# 設計

## 第2章 設計

### 2.1 鋼製地中連続壁の設計フロー



## 2. 2 使用材料

- (1) 鋼材は原則として表-2.2.1に示す規格に適合するものを使用するものとする。ただし、仮設用として使用する場合はこの限りではない。

表-2.2.1 標準とする鋼材

鋼材の種類	規 格	鋼材記号
1. 構造用鋼材	JIS G 3101 一般構造用圧延鋼材	SS400
	JIS G 3106 溶接構造用圧延鋼材	SM490
2. 棒 鋼	JIS G 3112 鉄筋コンクリート用棒鋼	SD295A, SD295B, SD345

- (2) 鋼製地中連続壁に使用するコンクリートは該当する基準書の規定に準拠するものとし、強度、充填性、土層構成、地下水の状態等を考慮して決定する。
- (3) 本体構造の躯体に使用する安定液固化材（泥水固化材）は強度、充填性を考慮して決定しなければならない。

### 【解説】

- (1) NS-BOXの主要部材にはSM490を使用する。一般に使用する鋼種SS400、SM490の化学成分および機械的性質を表-解2.2.1、表-解2.2.2に示す。なお、SS400を使用する場合の板厚は40mm以下とする。

表-解2.2.1 化学成分

鋼 種	化 学 成 分 (%)				
	C	Si	Mn	P	S
SS400	—	—	—	0.050 以下	0.050 以下
SM490	0.20 以下	0.55 以下	1.60 以下	0.035 以下	0.035 以下

表-解2.2.2 機械的性質

鋼 種	引張強さ (N/mm <sup>2</sup> )	降伏点(N/mm <sup>2</sup> )		伸び (%) 1A号試験片	
		鋼板の厚さ(mm)		鋼板の厚さ(mm)	
		16 以下	16 を超え 40 以下	16 以下	16 を超え 50 以下
SS400	400~510	245 以上	235 以上	17 以上	21 以上
SM490	490~610	325 以上	315 以上	17 以上	21 以上

その他の鋼材としては、添接板、高力ボルト、床版接合用鉄筋、スタッド、吊り金具、スペーサー、などがある。溶接カプラーおよび添接板は一般にSNR490B及びSM490、高力ボルトはトルシア型のものを使用するものとする。床版接合用鉄筋など、本体構造として用いる鋼材は原則としてJIS規格品とするが、異形鉄筋スタッドを用いる場合は形状寸法、強度等機械的性質は鉄筋コンクリート用棒鋼SD345(JIS G 3112)と同等とし、化学成分は溶接構造用圧延鋼材SM490(JIS G 3106)に準拠するものとする。化学成分および機械的性質は表-解2.2.3~表-解2.2.5を標準とする。なお、仮設用として使用する吊り金具、スペーサーなどは、条件に応じて規格を選定してよい。

表一解 2.2.3 異形鉄筋（スタッド溶接用）の化学成分

化学成分 (%)					
C	Si	Mn	P	S	C+Mn/6
0.20 以下	0.55 以下	0.90 以下	0.035 以下	0.035 以下	0.35 以下

表一解 2.2.4 異形鉄筋（マグ溶接用）の化学成分

化学成分 (%)					
C	Si	Mn	P	S	C+Mn/6
0.27 以下	0.55 以下	1.60 以下	0.040 以下	0.040 以下	0.50 以下

表一解 2.2.5 異形鉄筋スタッドの機械的性質

降伏点または0.2% 耐力 (N/mm <sup>2</sup> )	引張強さ (N/mm <sup>2</sup> )	伸び (%)
345~440	490 以上	18 以上(JIS 2号)

- (2) コンクリート材料は、『コンクリート標準示方書 [施工編]』（土木学会）に規定されているものを用いることを原則とするが、鋼製地中連続壁用のコンクリートは充填性を確保するため、原則として流動化コンクリート、水中不分離性コンクリートまたは自己充填コンクリートを用いるものとする。この場合、『流動化コンクリート施工指針(案)』、『水中不分離性コンクリート設計施工指針(案)』（土木学会）等を参考に所要の流動性、水中不分離性および耐久性を加味して定める。

コンクリートの配合は設計強度のほか以下の条件を満足することとする。

- ①最大粗骨材寸法 25mm 以下(20mm が望ましい)
- ②スランプフロー値 500mm、または 600mm
- ③単位セメント量 350kg/m<sup>3</sup> 以上

なお、「3. 7 充填」に示す各種配合が充填試験で良好な品質、施工性が確認されているので、これらを参考に、使用するコンクリートの配合を検討することが望ましい。スランプフロー値 500mm は、かぶりが 150mm の場合、スランプフロー値 600mm は、かぶりが 100mm の場合である。

配合実施例を「参考6」に示す。これ以外の配合を採用する場合、事前に強度などの検討を行うことが望ましい。

- (3) 安定液固化（泥水固化）の方法は「3. 7. 4 安定液固化（泥水固化）の充填」に示す3種類があり、それぞれ安定液固化（泥水固化）材の配合が異なる。

鋼製地中連続壁に使用する安定液固化（泥水固化）材の仕様は、目標強度が  $q_u = 0.5\text{N/mm}^2$  程度以上で、嵌合継手内への充填性がよく、品質の信頼性があることが要求される。

## 2. 3 許容応力度

- (1) 鋼材および溶接部の許容応力度は、一般に表-2.3.1、表-2.3.2の値を使用することを原則とする。

表-2.3.1 鋼材の許容応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

応力度の種類	鋼材記号	
	SS400	SM490
許容引張応力度	140	185
許容曲げ引張応力度		
許容曲げ圧縮応力度		
許容せん断応力度	80	105

表-2.3.2 溶接部の許容応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

区 分		応力度の種類	SS400	SM490
工場溶接	全面溶込み グループ溶接	圧縮応力度	140	185
		引張応力度	140	185
		せん断応力度	80	105
	すみ肉溶接 部分溶込み グループ溶接	せん断応力度	80	105
現場溶接		圧縮応力度 引張応力度 せん断応力度	原則として工場溶接と同じ値とする。	

- (2) 摩擦接合用高力ボルトの許容力は、表-2.3.3の値を使用することを原則とする。

表-2.3.3 摩擦接合用高力ボルトの許容力 (kN)

ボルトの等級 ねじの呼び	ボルトの等級		
	F8T	F10T	S10T
M20	31	39	39
M22	39	48	48
M24	45	56	56
M30	72	89	89

- (3) コンクリートの許容応力度は、表-2.3.4および表-2.3.5の値を使用することを原則とする。この範囲をこえる許容応力度は、材料の力学的性質や強度のばらつき等を踏まえ設定しなければならない。

表-2.3.4 気中コンクリートの許容応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

コンクリートの設計基準強度		21	24	27	30
圧縮応力度	曲げ圧縮応力度	7.0	8.0	9.0	10.0
	軸圧縮応力度	5.5	6.5	7.5	8.5
せん断応力度	コンクリートのみでせん断力を負担する場合 ( $\tau_{a1}$ )	0.22	0.23	0.24	0.25
	斜め引張鉄筋と共同して負担する場合 ( $\tau_{a2}$ )	1.6	1.7	1.8	1.9
付着応力度	異形棒鋼	1.4	1.6	1.7	1.8



表-2.3.5 水中コンクリートの許容応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

コンクリートの呼び強度		30	36	40
水中コンクリートの設計基準強度		24	27	30
圧縮応力度	曲げ圧縮応力度	8.0	9.0	10.0
	軸圧縮応力度	6.5	7.5	8.5
せん断応力度	コンクリートのみでせん断力を負担する場合 ( $\tau_{a01}$ )	0.23	0.24	0.25
	斜め引張鉄筋と共同して負担する場合 ( $\tau_{a2}$ )	1.7	1.8	1.9
付着応力度	異形棒鋼	1.2	1.3	1.4

- (4) 鉄筋の許容応力度は、径 51mm 以下の鉄筋に対して表-2.3.6 の値を使用することを原則とする。

表-2.3.6 鉄筋の許容応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

鉄筋の種類		SD295A		SD345
		SD295B		
引張応力度	荷重の組合せに衝突荷重あるいは地震の影響を含まない場合	1) 一般の部材	180	180
		2) 水中あるいは地下水位以下に設ける部材	160	160
	3) 荷重の組合せに衝突荷重あるいは地震の影響を含む場合の許容応力度の基本値		180	200
	4) 鉄筋の重ね継手長あるいは定着長を算出する場合		180	200
圧縮応力度			180	200

- (5) 異形鉄筋 (SD345) の許容せん断応力度は、表-2.3.7 の値を原則とする。

表-2.3.7 異形鉄筋 (SD345) の許容せん断応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

応力度、部材の種類		許容応力度
荷重の組合せに衝突荷重あるいは地震の影響を含まない場合	1) 一般の部材	108
	2) 水中あるいは地下水位以下に設ける部材	96
3) 荷重の組合せに衝突荷重あるいは地震の影響を含む場合の許容応力度の基本値		120

\* 「(社) 日本道路協会 鋼管矢板基礎設計施工便覧 平成9年12月2.5.2」より

- (6) ガス圧接継手の許容応力度は、十分な管理を行う場合、母材の許容応力度と同等としてよい。
- (7) 機械継手、スリーブ継手などの継手強度は、使用条件を考慮して設定してよい。
- (8) 仮設時の許容応力度は、表-2.3.1~表-2.3.7 の値の 1.5 倍を上限として設定してよい。

## 【解説】

許容応力度および仮設時の許容応力度の割増しは『道路橋示方書・同解説（日本道路協会）』を参考にして設定したが、これらの値は各官公庁の基準（1.1適用範囲参照）によって異なるので、用途に応じて許容応力度を設定する。（7）の継手強度は『コンクリート標準示方書 設計編（土木学会）』、『道路橋示方書・同解説（日本道路協会）』などによるものとする。

NS-BOX はコンクリート等に被覆されてアルカリ環境にあるため、コンクリート地中連続壁の鉄筋と同様に、腐食を考慮しないこととした。但し、コンクリートのひび割れにより耐久性が問題となる場合には、別途、フランジ外側に腐食代を考慮して設計するものとする。

表-2.3.3 の摩擦接合用高力ボルトの許容力は『道路橋示方書・同解説（日本道路協会）』の算定式によった。高力ボルトは一般的に M24 を用いるが、現場継手 1箇所当りのボルト本数が多い場合は M30 を使用してもよい。ただし、M30 は一般に製造していないので、仕様、納期等を検討する必要がある。

表-2.3.4 の気中コンクリートの  $\tau_{a1}$  の値は『道路橋示方書・同解説（日本道路協会）』の補正方法に準じて使用するものとする。以下に補正方法を示す。

### ① 有効高さの影響

表-解 2.3.1 に示す部材断面の有効高さ  $d$  に関する補正係数  $c_e$  を  $\tau_{a1}$  に乗じる。

### ② 引張主鉄筋比の影響

表-解 2.3.2 に示す引張主鉄筋比  $p_t$  に関する補正係数  $c_{pt}$  を  $\tau_{a1}$  に乗じる。

### ③ 軸方向圧縮力の影響

軸方向圧縮力が大きな部材の場合、次式により計算される軸方向圧縮力による補正係数  $c_N$  を  $\tau_{a1}$  に乗じる。

$$c_N = 1 + M_0 / M$$

ただし、 $1 \leq c_N \leq 2$

ここに、 $c_N$  : 軸方向圧縮力による補正係数

$M_0$  : 軸方向圧縮力によりコンクリートの応力度が部材引張縁で零となる曲げモーメント (kN・m)

$$M_0 = \frac{N}{A_c} \frac{I_c}{y}$$

$M$  : 部材断面に作用する曲げモーメント (kN・m)

$N$  : 部材断面に作用する軸方向圧縮力 (kN)

$I_c$  : 部材断面の図心軸に関する断面 2 次モーメント (m<sup>4</sup>)

$A_c$  : 部材断面積 (m<sup>2</sup>)

$y$  : 部材断面の図心より部材引張縁までの距離 (m)

表一解 2.3.1 部材断面の有効高さ  $d$  に関する補正係数  $C_e$

有効高さ (m)	0.3 以下	1	3	5	10 以上
$c_e$	1.4	1.0	0.7	0.6	0.5

表一解 2.3.2 引張主鉄筋比  $p_t$  に関する補正係数  $C_{pt}$

引張主鉄筋比 (%)	0.1	0.2	0.3	0.5	1.0 以上
$c_{pt}$	0.7	0.9	1.0	1.2	1.5

## 2. 4 構造形式および荷重

- (1) 鋼製地中連続壁を本体利用する場合の構造形式は、施工条件、荷重条件、重要度等を考慮して決定するものとする。
- (2) 設計に用いる荷重は、仮設時および完成時の荷重を考慮するものとする。
- (3) 設計に用いる地盤反力係数は、地盤の変形係数の算定方法、荷重条件、支持条件を考慮して算定するものとする。

### 【解説】

- (1) 鋼製地中連続壁を本体構造物の一部として利用する場合については、『トンネル標準示方書 開削工法・同解説（土木学会）』の「[地下連続壁を本体利用する場合の設計]」に準じ、施工中の状態と完成後の状態についてそれぞれ検討するものとする。

この場合、鋼製地中連続壁と本体構造物を結合する時点で鋼製地中連続壁に生じている応力、本体との結合方法、本体と鋼製地中連続壁の剛比、および結合後に作用する荷重等が設計上の重要な条件となるので、十分な検討が必要である。その解析方法は、施工時の設計と本体構造物完成後の設計を分離して考える方法（分離計算法）と、施工時から完成後の状態へと連続して考える方法（一体計算法）とが提案されている。いずれの方法を用いるかは施工条件、荷重条件、重要度等を考慮して決定する必要がある。

鋼製地中連続壁を本体構造物の一部として利用する場合の構造形式としては表一解 2. 4. 1 に示す形式がある。

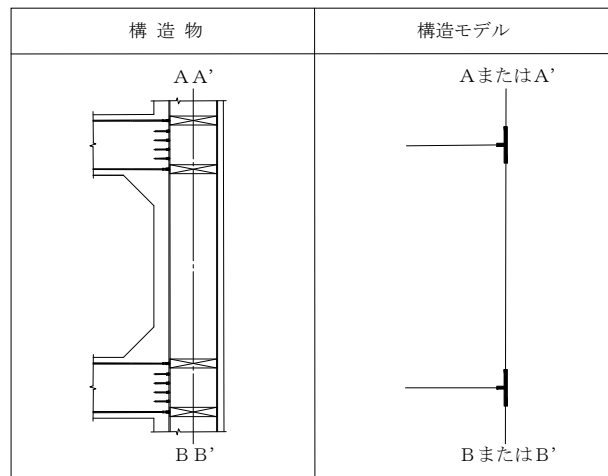
表一解 2. 4. 1 鋼製地中連続壁を本体利用する場合の構造形式

形 式	特 徴
単独壁形式	内壁を設けずに鋼製地中連続壁のみで荷重に抵抗する構造である。内壁を設けないことから防水には特に配慮する必要がある。 なお、掘削深さが大きく地階数の多い場合は、浅い部分では単独壁形式、深い部分で一体壁形式もしくは重ね壁形式というように併用して用いる場合もある。単独壁では、一般的に掘削側に化粧壁を設置する。
重ね壁形式	鋼製地中連続壁と内壁の間にせん断力の伝達を期待しない構造で、壁の強度は鋼製地中連続壁と内壁の累加強度とする。
一体壁形式	鋼製地中連続壁と内壁とをスタッド等で結合したもので、両方の壁が完全に一体となって外力に抵抗する構造である。他の形式に比べて剛性および耐力の大きい構造となり、必要断面厚が小さくできる。なお、一体壁形式の適用範囲は、内壁の厚さが鋼製地中連続壁の2倍程度以下とする。

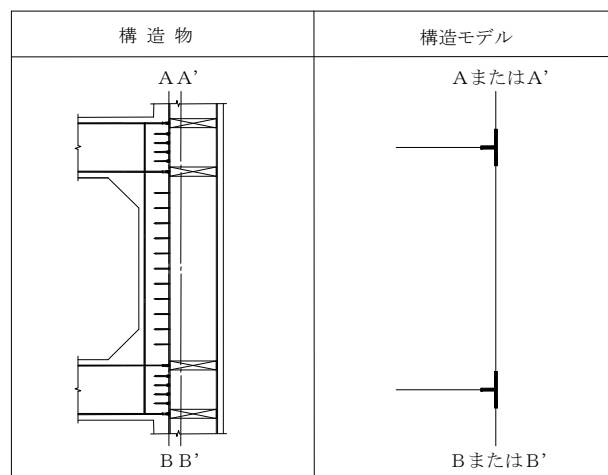
単独壁、重ね壁および一体壁は、骨組構造解析上、一本の線材としてモデル化する。構造モデルの軸線は、一般に鋼製地中連続壁の図心にとるが、重ね壁、一体壁の場合は、合成壁中心あるいは NS-BOX と内壁コンクリートの境界面、または NS-BOX 図心と内壁コンクリート図心の中央にとってもよい。また、重ね壁では図一解 2. 4. 3 に示すように二重壁骨組モデルとしてもよい。

地震時の骨組構造解析を行う場合のモデル化は、重ね壁を平行する2本の線材としてモデル化してよい（二重壁骨組モデル）。この場合、内壁コンクリートと NS-BOX の間には、仮想のつなぎ梁を密に配置して両者の水平変位が同じになるようにする。この仮想のつなぎ梁は軸引張力に対しては剛性を発揮せず、軸圧縮力を受ける場合にのみに有効な部材とし、両端の接合条件をピン、材長を微小な長さに設定

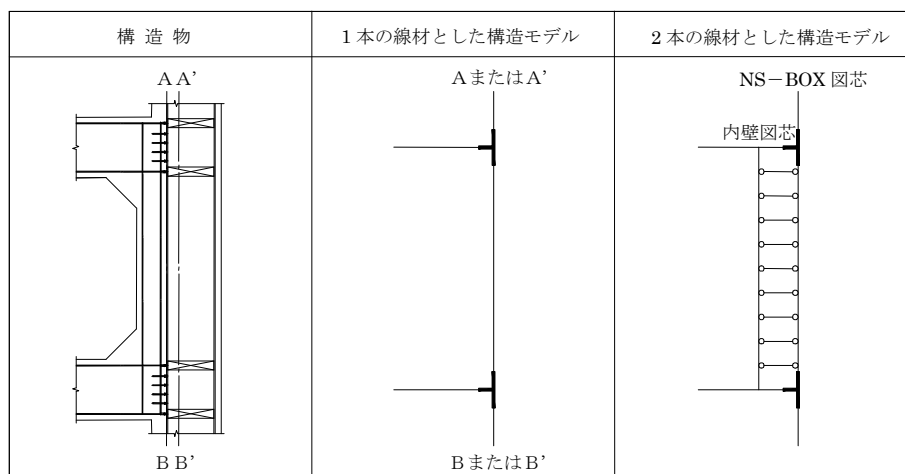
すれば、このモデル化による二次的な部材力の発生を最小に抑えることができる。



図一解 2.4.1 単独壁のモデル化



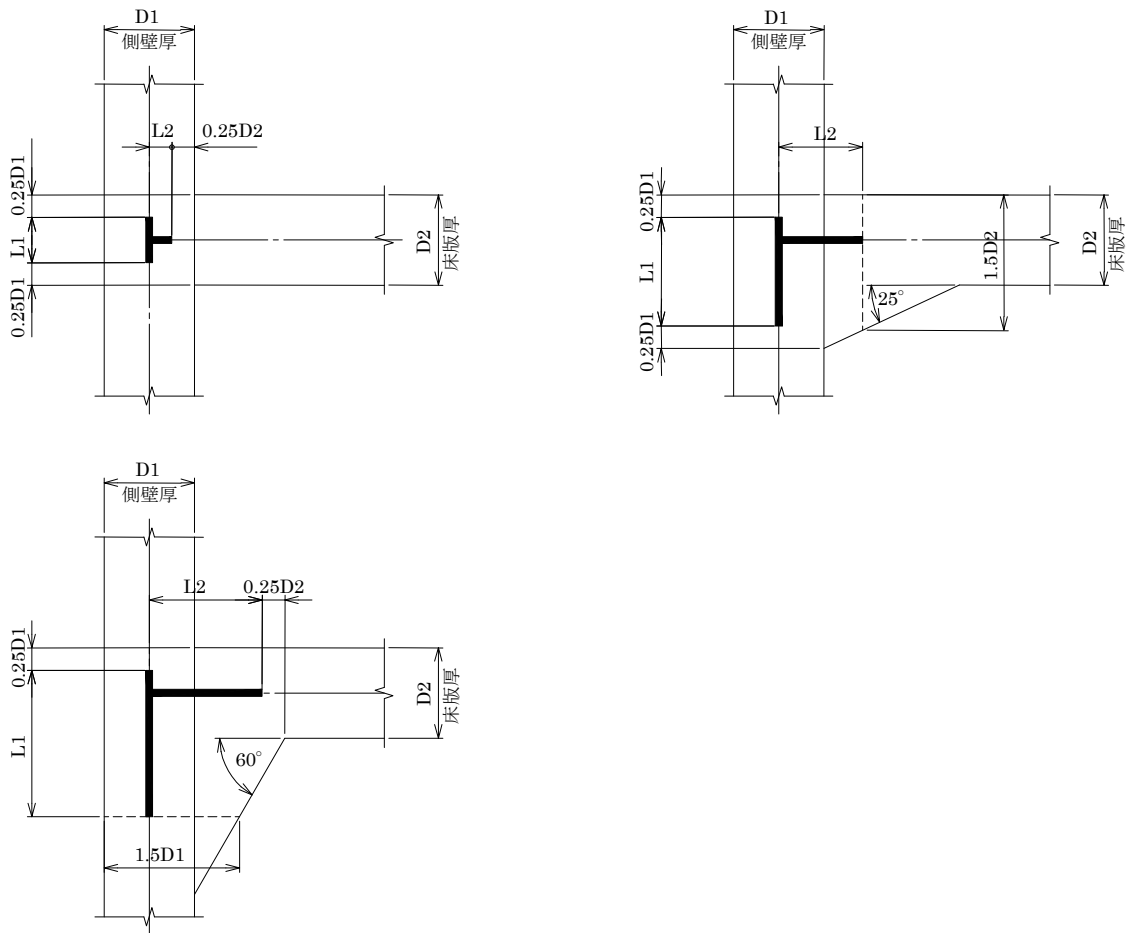
図一解 2.4.2 一体壁のモデル化



図一解 2.4.3 重ね壁のモデル化

骨組構造解析を行う場合、床版と鋼製地中連続壁の接合部は、「2.5.7 本体構造との接合」に示す接合仕様を満足していれば、剛な接点とみなしてよい。骨組構造解析では、原則として、接点部に剛域を考慮するものとする。この剛域は以下の①～③の方法で定めるものとする。

- ① ハンチがない場合には、部材端から部材高さの1/4入った断面より内部を剛域とする。
- ② 部材がその軸線に対して25°以上の傾斜ハンチをもつ場合には、部材高さが1.5倍となる断面より内部を剛域とする。ただし、ハンチの傾斜が60°以上の場合は、ハンチの起点から部材高さの1/4入った断面から内部を剛域とする。
- ③ 左右のハンチ差により定めた点が異なる場合は、剛域が大きくなる方の点を選ぶものとする。



図一解 2.4.4 剛域の設定

- (2) 鋼製地中連続壁が適用される構造物は、一般の地上構造物と異なり構造物の周囲は地盤に囲まれている。仮設時および施工終了後の土水圧等の諸荷重は、鋼製地中連続壁の用途に応じて『共同溝設計指針(日本道路協会)』、トンネル標準示方書 開削工法・同解説(土木学会)、『鉄道構造物等設計標準・同解説 開削トンネル(鉄

道総合技術研究所)』などの各基準書(1.1適用範囲参照)の「荷重」章によるものとする。

- (3) 『トンネル標準示方書 開削工法・同解説(土木学会)』【資料編 2-2】や『鉄道構造物等設計標準・同解説 開削トンネル(鉄道総合技術研究所)』6.4 設計地盤反力係数、などを参考に算定する。

## 2. 5 壁体の設計

### 2. 5. 1 壁体の剛性

コンクリートを充填した鋼製地中連続壁の曲げ剛性および軸力に対する剛性は検討方向、構造形式により次のとおりとする。なお、ここでは主にコンクリート充填による構造について記述し、安定液固化工法による場合については、工法・IIなどの指針に準じて別途検討することとする。

#### [鉛直方向剛性]

- (1) 単独壁形式の鉛直方向の曲げ剛性および軸力に対する剛性は、NS-BOXの剛性とひび割れを考慮した充填コンクリートの剛性を累加したものをを用いるものとする。ただし、安定液固化工法による鋼製地中連続壁の鉛直方向の曲げ剛性はNS-BOXのみの剛性をを用いるものとする。
- (2) 一体壁形式の鉛直方向の曲げ剛性および軸力に対する剛性は、完成後の断面において内壁コンクリートの内面からNS-BOXの背面側フランジの外端までを有効とする鉄筋コンクリート部材とみなした断面の剛性をを用いるものとする。
- (3) 重ね壁形式の鉛直方向の曲げ剛性および軸力に対する剛性は、NS-BOXの剛性とひび割れを考慮した充填コンクリートの剛性および内壁コンクリートの剛性を累加したものをを用いるものとする。

#### [水平方向剛性]

- (4) 単独壁形式の水平方向の曲げ剛性および軸力に対する剛性は、引張側の嵌合継手を鉄筋とみなした鉄筋コンクリート断面の剛性をを用いるものとする。
- (5) 一体壁形式の水平方向の曲げ剛性および軸力に対する剛性は、完成後の断面において、引張側の嵌合継手を鉄筋とみなし、内壁コンクリートの内面からNS-BOXの背面側フランジの外端までを有効とする鉄筋コンクリート部材とみなした断面の剛性をを用いるものとする。
- (6) 重ね壁形式の水平方向の曲げ剛性および軸力に対する剛性は、鋼製地中連続壁の単独壁形式の剛性および内壁コンクリートの剛性を累加したものをを用いるものとする。

#### [円形立坑]

- (7) 円形立坑など水平方向の軸力が卓越する場合、コンクリートを充填した鋼製地中連続壁の水平方向の曲げ剛性は、コンクリートの全断面剛性をを用いて算定するものとする。
- (8) 円形立坑など水平方向の軸力が卓越する場合、安定液固化工法による鋼製地中連続壁の水平方向の剛性は考慮しないものとする。一体壁または重ね壁の場合、水平方向の曲げ剛性は、内壁コンクリートのみの全断面剛性をを用いて算定するものとする。単独壁の場合、フープコンプレッションに対する剛性はないものとして、NS-BOXの鉛直方向の剛性で抵抗させる構造として設計する。



【解説】

(1) 単独壁形式の鉛直方向の曲げ剛性  $E I$  は、一般に次の式で求めてよい。

$$E I = E_s I_s + \alpha E_{c1} I_{c1}$$

ここに、 $E I$  : 単独壁形式の鉛直方向の曲げ剛性 ( $N \cdot mm^2$ )

$E_s$  : NS-BOX の弾性係数 ( $N/mm^2$ ) (一般に  $2.0 \times 10^5 N/mm^2$ )

$E_{c1}$  : 充填コンクリートの弾性係数 ( $N/mm^2$ )

$I_s$  : NS-BOX の断面 2 次モーメント ( $mm^4$ )

$I_{c1}$  : 充填コンクリートの断面 2 次モーメント ( $mm^4$ )

$\alpha$  : 充填コンクリートの剛性補正率

$\alpha$  の値は試験結果から、通常使用される範囲においては 0.4 と評価できる。

かぶり部分のコンクリートの剛性を期待する場合は、スタッドなどによりかぶり部分のコンクリートの一体化が図られている場合にかぎり、上式中の  $I_{c1}$  にかぶりコンクリートのうち構造上有効な部分を加算してよい。

単独壁形式の鉛直方向の軸力に対する剛性  $E A$  は、次の式で算定してよい。

$$E A = E_s A_s + E_{c1} A_{c1}$$

ここに、 $E A$  : 単独壁形式の鉛直方向の軸力に対する剛性 (N)

$A_s$  : NS-BOX の断面積 ( $mm^2$ )

$A_{c1}$  : 充填コンクリートの断面積 ( $mm^2$ )

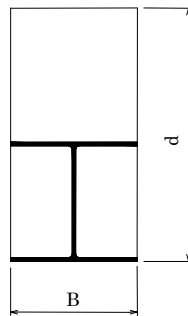
安定液固化工法による鋼製地中連続壁では、安定液固化材 (泥水固化材) の弾性係数が小さいため、安定液固化部の剛性を無視する。この場合、鋼製地中連続壁の鉛直方向の曲げ剛性  $E I$  は NS-BOX のみの剛性を用いるものとし、次の式で求められる。

$$E I = E_s I_s$$

(2) 一体壁形式の鉛直方向の曲げ剛性  $E I$  は、完成後の断面において、内壁コンクリート内面から NS-BOX の背面側のフランジ外端までを有効断面と考え、鉄筋および鋼材の影響を無視して、コンクリート全断面について計算した値の 60% をとるものとして次の式により算定してよい。

$$E I = 0.6 E_c I_c$$

$$I_c = B d^3 / 12$$



図一解 2.5.1 一体壁の剛性

一体壁形式の場合は、NS-BOX と内壁コンクリートの境界面に生じるずれせん断力に対して、適切なスタッド等を設けるものとする。

一体壁形式の鉛直方向の軸力に対する剛性EAは、次の式で算定してよい。

$$EA = E_s A_s + E_{c1} A_{c1} + E_{c2} A_{c2}$$

ここに、EA : 一体壁形式の鉛直方向の軸力に対する剛性 (N)

$E_{c2}$  : 内壁コンクリートの弾性係数 (N/mm<sup>2</sup>)

$A_{c2}$  : 内壁コンクリートの断面積 (mm<sup>2</sup>)

(3) 重ね壁形式の鉛直方向の曲げ剛性EIは、次の式で算定してよい。

$$EI = E_s I_s + \alpha E_{c1} I_{c1} + \beta E_{c2} I_{c2}$$

ここに、EI : 重ね壁形式の鉛直方向の曲げ剛性 (N・mm<sup>2</sup>)

$I_{c2}$  : 内壁コンクリート全断面の断面2次モーメント (mm<sup>4</sup>)

$\alpha$  : 充填コンクリートの剛性補正率 (一般に $\alpha=0.4$ としてよい)

$\beta$  : 内壁コンクリートの剛性補正率 (一般に $\beta=0.6$ としてよい)

内壁コンクリートの断面2次モーメントは、一般に鉄筋の影響を無視してコンクリートの有効断面で計算してよい。但し、変位、変形の算定や地震時の動的応答解析などで、ひび割れによる剛性低下が上記の剛性補正率 $\beta$ より小さくなると予想される場合には、さらに低減した剛性を用いるものとし、その算定方法は、該当する基準書によるものとする。

重ね壁形式の鉛直方向の軸力に対する剛性EAは、一体壁形式の場合と同様に算定してよい。

(4) 矩形立坑などで水平方向について単独壁の断面設計を行う場合、水平方向の曲げ剛性EIは、嵌合継手を鉄筋に換算した単鉄筋RC部材として、次の式で算定してよい。

$$EI = (1000/3) \cdot y^3 E_{c1} + (H - t_f/2 - y)^2 \cdot (E_j A_j)$$

$$y = - (E_j A_j) / (1000 E_{c1}) +$$

$$\sqrt{ [ \{ (E_j A_j) / (1000 E_{c1}) \}^2 + 2 \cdot \{ (E_j A_j) / (1000 E_{c1}) \} (H - t_f/2) ] }$$

$$E_j A_j = T_{am} \cdot E_s / (0.5885 \sigma_{sa})$$

ここに、EI : 単独壁形式の水平方向、幅1mあたりの曲げ剛性 (N・mm<sup>2</sup>)

$E_j A_j$  : 幅1mあたりの嵌合継手の平均引張剛性 (N)

y : 圧縮縁から中立軸までの距離 (mm)

H : NS-BOXの断面の高さ (mm)

$t_f$  : フランジの厚さ (mm)

$T_{am}$  : 幅1mあたりの嵌合継手の許容引張力 (N/m) (表一解2.5.2参照)

$E_s$  : 嵌合継手のC継手の弾性係数 (N/mm<sup>2</sup>)

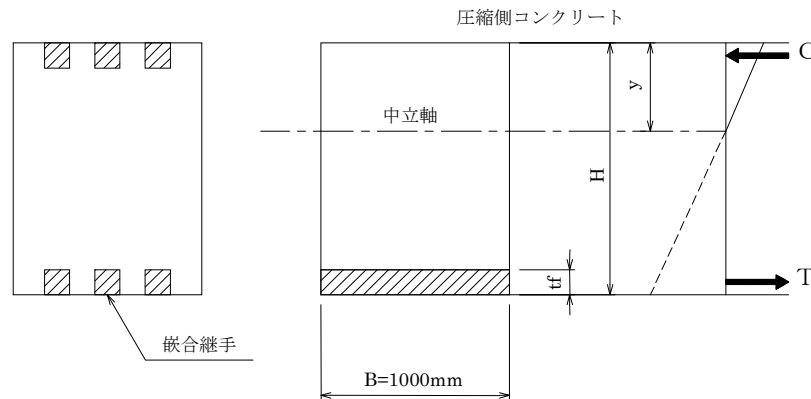
$E_{c1}$  : 充填コンクリートの弾性係数 (N/mm<sup>2</sup>)

$\sigma_{sa}$  : 鋼材の許容引張応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

なお、曲げ剛性の算定に用いるコンクリートのヤング係数は道路橋示方書・同解説 I 共通編に示された下記の値を用いてよい。

表一解 2.5.1 道路橋示方書に示されるコンクリートのヤング係数

設計基準強度 (N/mm <sup>2</sup> )	21	24	27	30	40	50	60
ヤング係数 (N/mm <sup>2</sup> )	23500	25000	26500	28000	31000	33000	35000



図一解 2.5.2 水平方向曲げ剛性算定時の断面の仮定

- (5) 一体壁形式の水平方向の曲げ剛性  $EI$  は、鉛直方向の場合と同様に有効断面を考え、鉄筋の影響および嵌合継手の影響を無視して有効断面のコンクリート全断面について計算した値の 60% としてよい。水平方向の軸力に対する剛性  $EA$  は次の式で算定してよい。

$$EA = E_{c1}A_{c1} + E_{c2}A_{c2}$$

- (6) 重ね壁形式の水平方向の曲げ剛性  $EI$  は (4) で算定した単独壁の曲げ剛性と内壁コンクリートの曲げ剛性の和としてよい。内壁コンクリートの曲げ剛性は鉄筋の影響を無視して部材のコンクリート全断面について計算した値の 60% としてよい。水平方向の軸力に対する剛性  $EA$  は (5) で算定した一体壁の剛性と同一としてよい。

- (7) 円形立坑などにコンクリートを充填した NS-BOX を用いる場合、フープコンプレッションが卓越し、水平方向の鋼製地中連続壁は全断面圧縮に近い。従って、このような場合は全断面のコンクリートのみを有効として曲げ剛性を算定するものとする。

- (8) 円形立坑などに安定液固化工法による NS-BOX を用いる場合、安定液固化材の剛性および強度が非常に小さいので、水平方向の剛性を無視し、床版または水平梁等を支点とする鉛直方向フレームの NS-BOX の剛性のみを考慮して設計してよい。

## 2. 5. 2 壁体の応力算定および照査

- (1) 鋼製地中連続壁の鉛直方向の応力算定は鋼構造設計法または鉄筋コンクリート設計法を、水平方向の応力算定は嵌合継手を鉄筋とみなした鉄筋コンクリート設計法または鋼コンクリートサンドイッチ構造設計法を用いて設計することを原則とする。
- (2) 鋼製地中連続壁は鉛直方向の曲げモーメント、軸力およびせん断力に対して安全でなければならない。
- (3) 鋼製地中連続壁は水平方向の曲げモーメント、軸力およびせん断力に対して安全でなければならない。
- (4) 鋼製地中連続壁内に充填されるコンクリートまたは固化材の応力度は土圧・水圧による荷重に対し、安全でなければならない。

### 【解説】

#### (1) 設計法

鋼製地中連続壁の鉛直方向の応力算定は、構造形式（単独壁、一体壁または重ね壁）により鋼構造設計法または鉄筋コンクリート設計法で設計することを原則とする。

水平方向の応力算定は曲げモーメントおよび軸力に対しては嵌合継手を鉄筋とみなした（嵌合継手引張強度を鉄筋に換算した）鉄筋コンクリート設計法でせん断力に対しては、「鋼・合成構造物標準示方書 総則編・構造計画編・設計編」（土木学会）を準用して設計することを原則とする。

#### (2) 鉛直方向の応力照査

##### ① 鉛直方向に曲げモーメントおよび軸力を受ける場合の検討

##### 1) 鉛直方向に曲げモーメントおよび軸力を受ける単独壁の検討

鉛直方向に曲げモーメントおよび軸力を受ける単独壁の応力算定は、原則としてNS-BOXのみを有効とするが、軸力が卓越する場合は、充填コンクリートに軸圧縮力を分担させてもよい。

##### a) NS-BOXの照査

$$\sigma_{sb} / \sigma_{sba} + \sigma_{sc} / \sigma_{sca} \leq 1$$

$$\sigma_{sb} = M / Z_s$$

$$\sigma_{sc} = N_s / A_s$$

$$N_s = N \cdot E_s A_s / (E_s A_s + E_{c1} A_{c1})$$

- ここに、
- M : 作用曲げモーメント (N・mm)
  - N : 作用軸力 (N)
  - N<sub>s</sub> : NS-BOX が分担する軸力 (N)
  - Z<sub>s</sub> : NS-BOX の断面係数 (mm<sup>3</sup>)
  - A<sub>s</sub> : NS-BOX の断面積 (mm<sup>2</sup>)
  - σ<sub>sca</sub> : 許容軸方向圧縮応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
  - σ<sub>sba</sub> : NS-BOX の許容曲げ圧縮応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
  - E<sub>s</sub>A<sub>s</sub> : NS-BOX の軸力に対する剛性 (N)
  - E<sub>c1</sub>A<sub>c1</sub> : 充填コンクリートの軸力に対する剛性 (N)

b) 充填コンクリートの照査

$$N_{c1}/A_{c1} \leq \sigma_{ca}$$

$$N_{c1} = N \cdot E_{c1} A_{c1} / (E_s A_s + E_{c1} A_{c1})$$

ここに、 $N_{c1}$  : 充填コンクリートが分担する軸力 (N)

$A_{c1}$  : 充填コンクリートの断面積 (mm<sup>2</sup>)

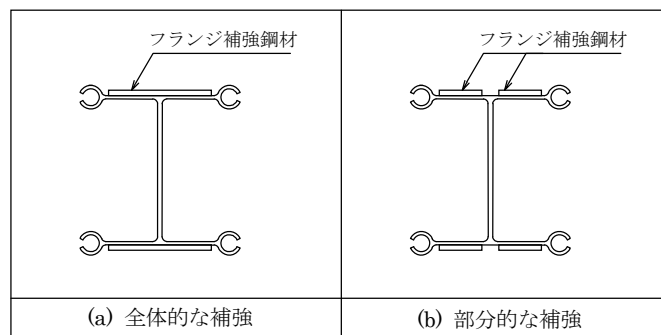
$\sigma_{ca}$  : 充填コンクリートの許容軸圧縮応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

GH-R はフランジ両端に C 継手を有しているため、フランジの局部座屈が起こりにくく、鋼材全断面有効とする曲げ耐力があることを実験により確認している。一方 GH-H は広幅（フランジ幅 750mm）の H 形鋼であるが、コンクリートが充填された状態では弾性範囲内におけるフランジの局部座屈は生じず、全断面有効であることを実験により確認している。

フランジ補強を行う場合は、図一解 2.5.3 のように H 形鋼のフランジ補強と同種の構造となるため、鋼板を重ね合わせたフランジとして『道路橋示方書』（日本道路協会）に準じることとする。この場合、フランジ補強鋼材の板厚はフランジ厚の 1.5 倍以下とする。また、圧縮フランジ補強鋼材の板厚は補強鋼材の幅の 1/24 以上、引張フランジ補強鋼材の板厚は補強鋼材の幅の 1/32 以上とする。

フランジ補強を設ける範囲は理論上補強が不要となる点から、30cm 以上かつフランジ補強鋼材幅の 1.5 倍以上の余長をつけなければならない。なお、フランジ補強鋼材の最小長さは鋼材断面の高さ 2 倍に 1 m を加えた長さとする。ただし、曲げモーメントが 0 になる 2 点間の範囲を超えてフランジ補強を設ける必要はない。フランジ補強はフランジに全周すみ肉溶接で取り付けるものとする。なお、全長は、曲げモーメントが 0 になる 2 点間の距離より大きくとる必要はない。

なお、本体床版との接合付近にフランジ補強を行う場合、ねじ継手（溶接カプラー）と干渉する。基本的には母材板厚の増で対応するが、溶接カプラー部に孔を開けたフランジ補強材を使用し、計算上欠損部を考慮する場合もある。



図一解 2.5.3 フランジ補強の例

フランジ補強を設ける範囲を図-解2.5.4に示す。

なお、フランジ補強区間 $L_M$  は以下の式による。

$$L_M = \text{MAX} ( L_{mo} + 600, L_{mo} + 3w'_f, 2H + 1000 )$$

ただし、 $L_{mo}$  : 理論上の補強区間 (mm)  
 $w'_f$  : フランジ補強鋼材の巾 (mm)  
 $H$  : GHの高さ (mm)

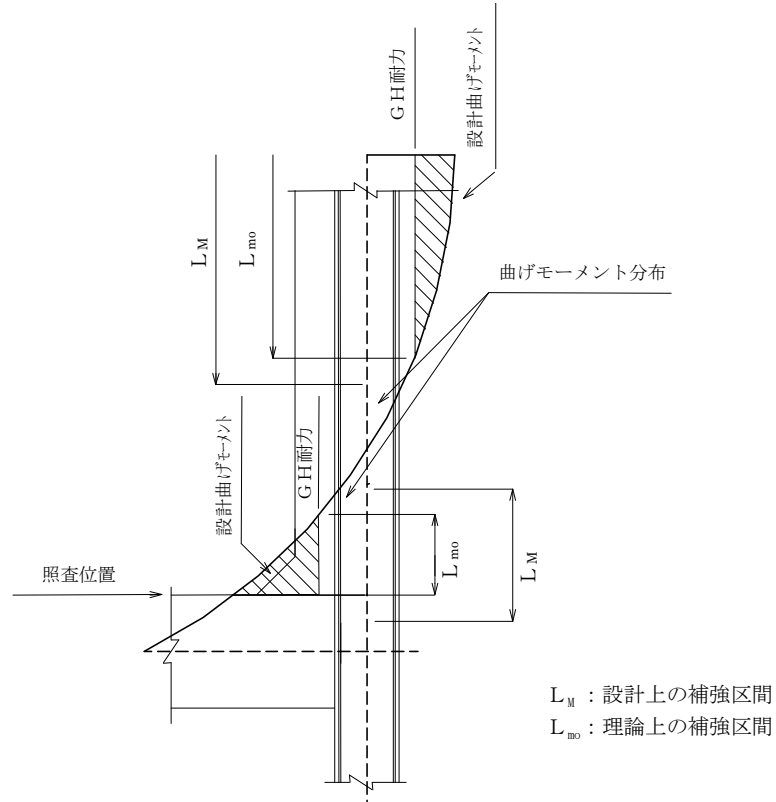


図-解 2.5.4 フランジ補強の範囲

2) 鉛直方向に曲げモーメントおよび軸力を受ける一体壁の検討

鉛直方向に曲げモーメントおよび軸力を受ける一体壁は、合成後の NS-BOX と内壁コンクリートの結合状況に応じて完全合成あるいは不完全合成としてモデル化できる。なお、各合成構造に関するずれ止め鉄筋量は、2.5.7 (2) に記載する方法で算定しなければならない。

完全合成としてモデル化する場合、NS-BOX を主筋と見なし完成後の有効断面積を用いて、鉄筋コンクリート複鉄筋長方形断面として以下の仮定に基づき検討してよい。

- ・ 維ひずみは断面の中立軸からの距離に比例する。
- ・ コンクリートの引張応力は無視する。

不完全合成としてモデル化する場合、「H形鋼材を芯材とする土留め壁本体利用の設計の手引き」に準拠して検討してよい。

3) 鉛直方向に曲げモーメントおよび軸力を受ける重ね壁の検討

鉛直方向に曲げモーメントおよび軸力を受ける重ね壁の抵抗曲げモーメントは、鋼製地中連続壁の抵抗曲げモーメントと内壁コンクリートの抵抗曲げモーメントとの累加とする。ただし内壁コンクリートの剛性（全断面剛性の60%）が鋼製地中連続壁の剛性より小さい場合は、重ね壁に作用する部材力を内壁コンクリートと鋼製地中連続壁の剛性の比で分配し、内壁コンクリートと鋼製地中連続壁のそれぞれについて応力度を照査してもよい。

$$M \leq M_r$$

$$M_r = M_{1r} + M_{2r}$$

- ここに、
- $M$  : 重ね壁の作用曲げモーメント (N・mm)
  - $M_r$  : 重ね壁の抵抗曲げモーメント (N・mm)
  - $M_{1r}$  : 軸力  $N_1$  が作用する時の NS-BOX の抵抗曲げモーメント (N・mm)
  - $M_{2r}$  : 軸力  $N_2$  が作用する時の内壁コンクリートの抵抗曲げモーメント (N・mm)
  - $N_1$  : NS-BOX の作用軸力 (N)
  - $N_2$  : 内壁コンクリートの作用軸力 (N)

NS-BOX および内壁コンクリートの作用軸力は次式で算出してよい。

$$N_1 = N \cdot (E_s \cdot A_s) / (E_s \cdot A_s + E_{c1} \cdot A_{c1} + E_{c2} \cdot A_{c2})$$

$$N_2 = N \cdot (E_{c2} \cdot A_{c2}) / (E_s \cdot A_s + E_{c1} \cdot A_{c1} + E_{c2} \cdot A_{c2})$$

- ここに、
- $N$  : 重ね壁の全作用軸力 (N)
  - $E_s \cdot A_s$  : NS-BOX の軸力に対する剛性 (N)
  - $E_{c1} \cdot A_{c1}$  : NS-BOX 内の充填コンクリートの軸力に対する剛性 (N)
  - $E_{c2} \cdot A_{c2}$  : 内壁コンクリートの軸力に対する剛性 (N)

軸力  $N_1$  が作用する時の NS-BOX の抵抗曲げモーメントは次式で算出してよい。

$$M_{1r} = Z_s (\sigma_{sba} - N_1 / A_s)$$

- ここに、
- $Z_s$  : NS-BOX の断面係数 (mm<sup>3</sup>)
  - $\sigma_{sba}$  : NS-BOX の許容曲げ圧縮応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
  - $A_s$  : NS-BOX の断面積 (mm<sup>2</sup>)

② 鉛直方向にせん断力を受ける場合の検討

1) 鉛直方向にせん断力を受ける単独壁の検討

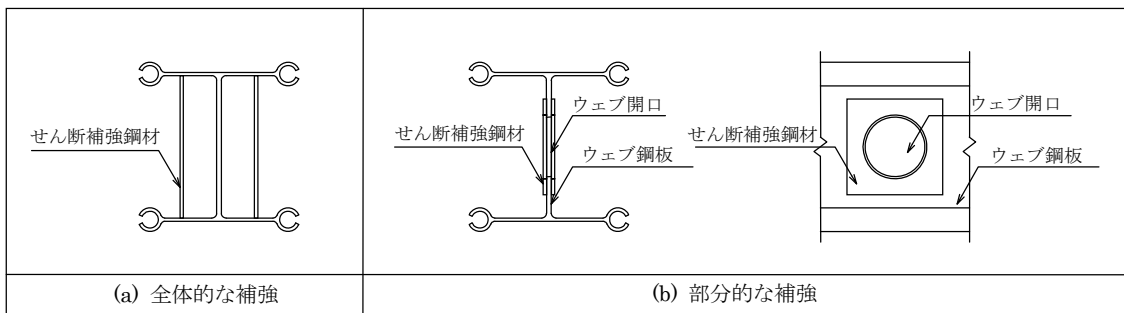
鉛直方向にせん断力を受ける単独壁は、ウェブに開口がある場合はウェブと充填コンクリートの両方で抵抗し、ウェブに開口がない場合（先行エレメント端部のウェブ開口がない場合に適用）はウェブのみで抵抗するものとして、下式で検討してよい。

$$V \leq V_{sa}$$

$$V_{sa} = \min(\tau_{sa} \cdot A_{w1} + \tau_{ao1} \cdot A_{c1}, \tau_{sa} \cdot A_{w2})$$

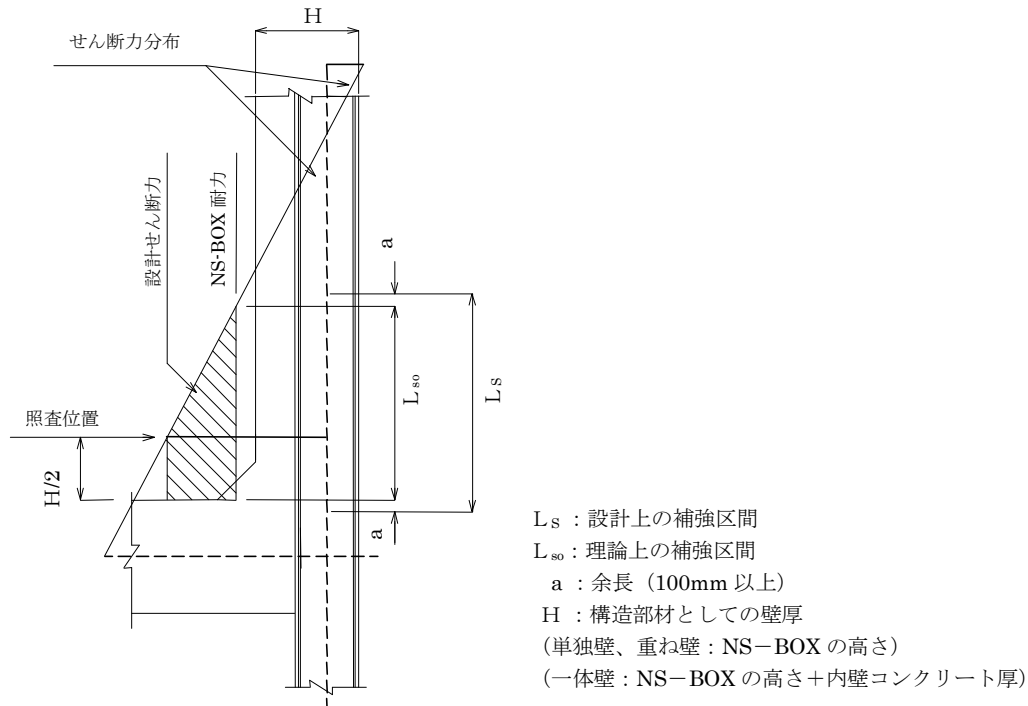
- ここに、  
 $\tau_{sa}$  : NS-BOX の許容せん断応力度 (N/mm<sup>2</sup>)  
 $\tau_{ao1}$  : 充填コンクリートの許容せん断応力度 (N/mm<sup>2</sup>)  
 $V$  : 作用せん断力 (N)  
 $V_{sa}$  : 抵抗せん断力 (N)  
 $A_{c1}$  : 充填コンクリートの断面積 (mm<sup>2</sup>)  
 $A_{w1}$  : ウェブ開口がある場合のウェブの純断面積 (mm<sup>2</sup>)  
 $A_{w2}$  : ウェブ開口がない場合のウェブの全断面積 (mm<sup>2</sup>)

NS-BOX のせん断補強をする場合は、一般に図一解 2.5.5 のように補強する。図一解 2.5.5(a) のようにせん断補強鋼材を追加して補強する場合は補強鋼材の板厚を 9mm 以上とし、補強範囲を図一解 2.5.6 に示す。図一解 2.5.6 で設計上の補強区間内にウェブ開口がある場合は、せん断補強するものとする。



図一解 2.5.5 せん断補強の例





図一解 2.5.6 せん断補強の範囲

## 2) 鉛直方向にせん断力を受ける一体壁の検討

鉛直方向にせん断力を受ける一体壁については、鉛直方向の曲げモーメントおよび軸力に対する検討で選定した、NS-BOX と内壁コンクリートの合成状況に応じて以下の検討を行う。

完全合成としてモデル化する場合、一体壁の抵抗せん断力は鋼製地中連続壁と内壁コンクリートの抵抗せん断力の累加であるとして次の式で検討してよい。

$$V = V_{a1} + V_{a2}$$

$$V_{a1} = \text{Min}(\tau_{sa} \cdot A_{w1} + \tau_{a01} \cdot A_{c1}, \tau_{sa} \cdot A_{w2})$$

a) スターラップでせん断補強をする場合

$$V_{a2} = \tau_{a1} \cdot B \cdot d + A_{st} \cdot \sigma_{sa} \cdot d / (1.15 \times s)$$

b) スターラップでせん断補強をしない場合

$$V_{a2} = \tau_{a1} \cdot B \cdot d$$

ただし、 $V_{a2} \leq \tau_{a2} \cdot B \cdot d$

ここに、 $V$  : 鉛直方向作用せん断力 (N)

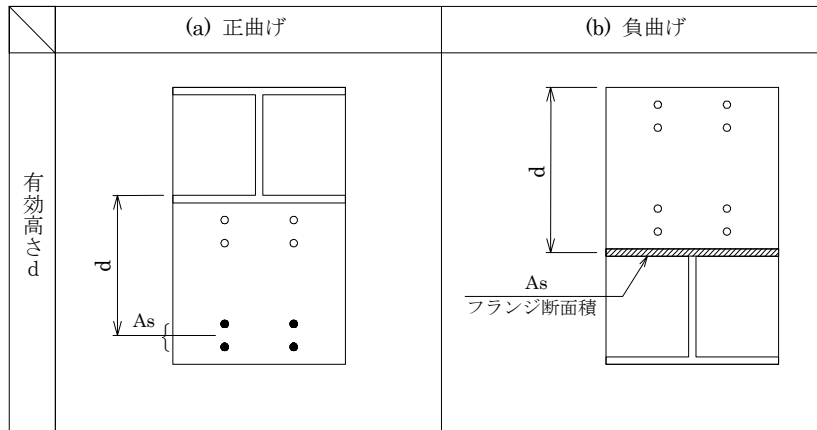
$V_{a1}$  : 鋼製地中連続壁の抵抗せん断力 (N)

$V_{a2}$  : 内壁コンクリートの抵抗せん断力 (N)

$\tau_{a1}$  : コンクリートのみでせん断力を負担する場合の内壁コンクリートの許容せん断応力度 (コンクリートが負担するせん断耐力を算定する際の  $\tau_{a1}$  は、2.3【解説】により補正した値を用いてよい。) (N/mm<sup>2</sup>)

$\tau_{a2}$  : 斜め引張鉄筋と共同してせん断力を負担する場合の内壁コンクリー

- トの許容せん断応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
- d : 有効高さ (mm) 図一解 2.5.7 による。
- B : 有効幅 (mm)
- $\sigma_{sa}$  : スターラップの許容引張応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
- $A_{st}$  : 区間 s におけるスターラップの総断面積 (mm<sup>2</sup>)



図一解 2.5.7 鉛直方向にせん断力を受ける一体壁の検討における有効高さ

- $\tau_{sa}$  : NS-BOX の許容せん断応力度 (N/mm<sup>2</sup>) 表-2.3.1 による。
- $\tau_{ao1}$  : 充填コンクリートの許容せん断応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
- $A_{c1}$  : 充填コンクリートの断面積 (mm<sup>2</sup>)
- $A_{w1}$  : ウェブ開口がある場合のウェブの純断面積 (mm<sup>2</sup>)
- $A_{w2}$  : ウェブ開口がない場合のウェブの全断面積 (mm<sup>2</sup>)
- s : せん断補強筋の部材軸方向の配置間隔 (mm)

不完全合成としてモデル化する場合、「H形鋼材を芯材とする土留め壁本体利用の設計の手引き」に準拠して検討してよい。

### 3) 鉛直方向にせん断力を受ける重ね壁の検討

鉛直方向にせん断力を受ける重ね壁の検討では、重ね壁の抵抗せん断力は鋼製地中連続壁と内壁コンクリートの抵抗せん断力の累加であるとして、2) せん断力を受ける鉛直方向一体壁の検討における完全合成モデルと同様に検討してよい。

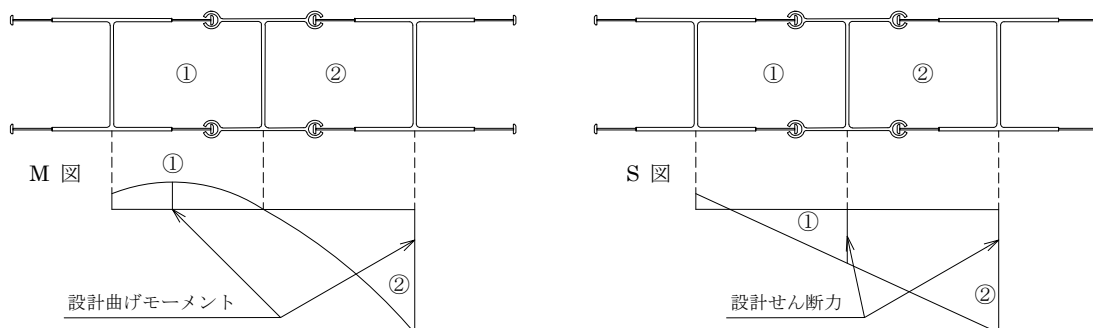
(3) 水平方向の応力照査

① 水平方向に曲げモーメントおよび軸力を受ける場合の検討

1) 水平方向に曲げモーメントおよび軸力を受ける単独壁の検討

水平方向に曲げモーメントおよび軸力を受ける単独壁の検討は、嵌合継手を鋼材に換算して、鉄筋コンクリートの設計法を適用する。この時、NS-BOXの圧縮側のフランジおよびその嵌合継手は無視し、フランジ圧縮縁までコンクリートがあるものとした単鉄筋の鉄筋コンクリート部材と見なすことを原則とする。

なお、NS-BOX とかぶりコンクリートの一体化措置があれば、かぶりコンクリートの耐力も考慮してよい。嵌合継手部の作用曲げモーメントおよび作用せん断力は、図一解 2.5.8 に示すように、その両隣の NS-BOX のウェブ中心間での最大値を採用する。



図一解 2.5.8 設計に用いる発生断面力の位置

嵌合継手の等価鋼材断面積は次の式で算定してよい。

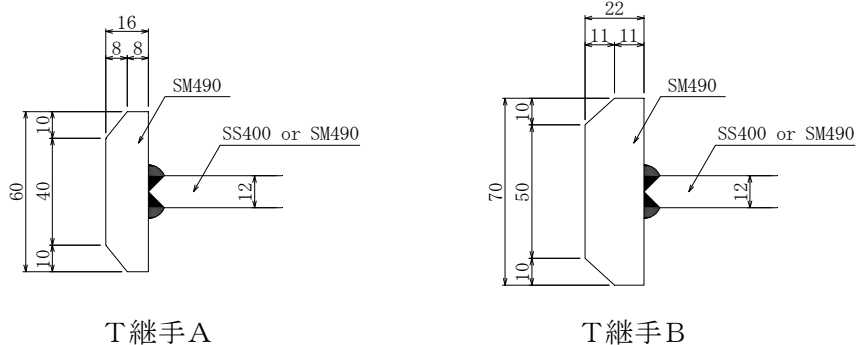
$$A_{eq} = T_{am} / \sigma_{sa}$$

ここに、 $A_{eq}$  : 嵌合継手の鉛直方向 1m あたりの等価鋼材断面積 ( $\text{mm}^2$ )

$T_{am}$  : 嵌合継手の鉛直方向 1m あたりの許容引張力 (N)

$\sigma_{sa}$  : 鋼材の許容応力度 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )

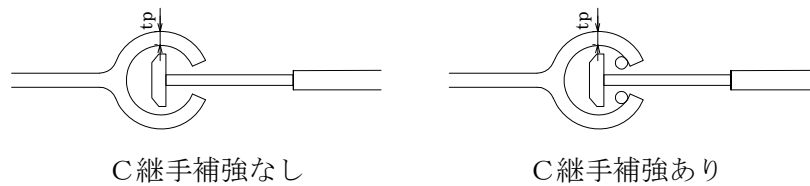
嵌合継手の種類は、図一解 2.5.9 に示すものがあるが、原則として、T継手Aを用いるものとし、その1箇所あたりの許容引張力は表一解 2.5.2 による。鋼材とコンクリートのヤング係数比は  $n = 9$  を用いる。



T継手A

T継手B

図一解 2.5.9 T継手の種類



図一解 2.5.10 C継手の種類

表一解 2.5.2 嵌合継手の許容引張力  $T_a$  (kN /個所)

C継手		許容引張力			
爪厚 $t_p$ (mm)	規格	C継手補強なし		C継手補強あり	
		T継手 A	T継手 B	T継手 A	T継手 B
10	SM490	29.4	-	61.0	-
12	SS400	31.4	44.1	61.7	82.3
	SM490	42.1	59.8	82.3	110
14	SM490	57.1	-	105.4	-
16	SS400	55.9	79.4	109	146
	SM490	74.5	106	132	194
19	SS400	78.4	112	132	205
	SM490	105	149	132	207

[注意]

- ・ T継手の鉛直方向寸法は全て 100mm とした。
- ・ T継手 B (幅 70mm) 材については嵌合余裕が小さいため施工条件を確認の上使用するものとする。
- ・ 仮設時の許容引張力は本表の 1.5 倍を上限として設定してよい。
- ・ 引張試験を行った場合は引張耐力試験値の 1/3 を許容引張力とする。
- ・ 許容引張力が 25.5kN/個所以下の場合、T継手は全て 9mm (SS400) の厚みでもよい。
- ・ 溶接部分は引張力に応じた溶接仕様とする。

2) 水平方向に曲げモーメントおよび軸力を受ける一体壁の検討

水平方向に曲げモーメントおよび軸力を受ける一体壁の検討は、完成後の断面において、引張側の嵌合継手を等価な引張強度を有する鋼材に置き換え、圧縮側の嵌合継手は無視して、鉄筋コンクリート断面の検討法に準じて行う。嵌合継手の等価鋼材断面積は 1) の単独壁の算定式を用いてよい。

3) 水平方向に曲げモーメントおよび軸力を受ける重ね壁の検討

水平方向に曲げモーメントおよび軸力を受ける重ね壁の検討は、曲げ剛性の比率および軸力に対する剛性の比率によって求められた鋼製地中連続壁もしくは内壁コンクリートの部材力に対して、各々別個に検討する。

鋼製地中連続壁および内壁コンクリートの作用部材力は次の式で算出してよい。

$$M_1 = (M \cdot E_1 \cdot I_1) / (E_1 \cdot I_1 + 0.6 E_{c2} \cdot I_{c2})$$

$$M_2 = (M \cdot 0.6 E_{c2} \cdot I_{c2}) / (E_1 \cdot I_1 + 0.6 E_{c2} \cdot I_{c2})$$

$$N_1 = (N \cdot E_1 \cdot A_1) / (E_1 \cdot A_1 + E_{c2} \cdot A_{c2})$$

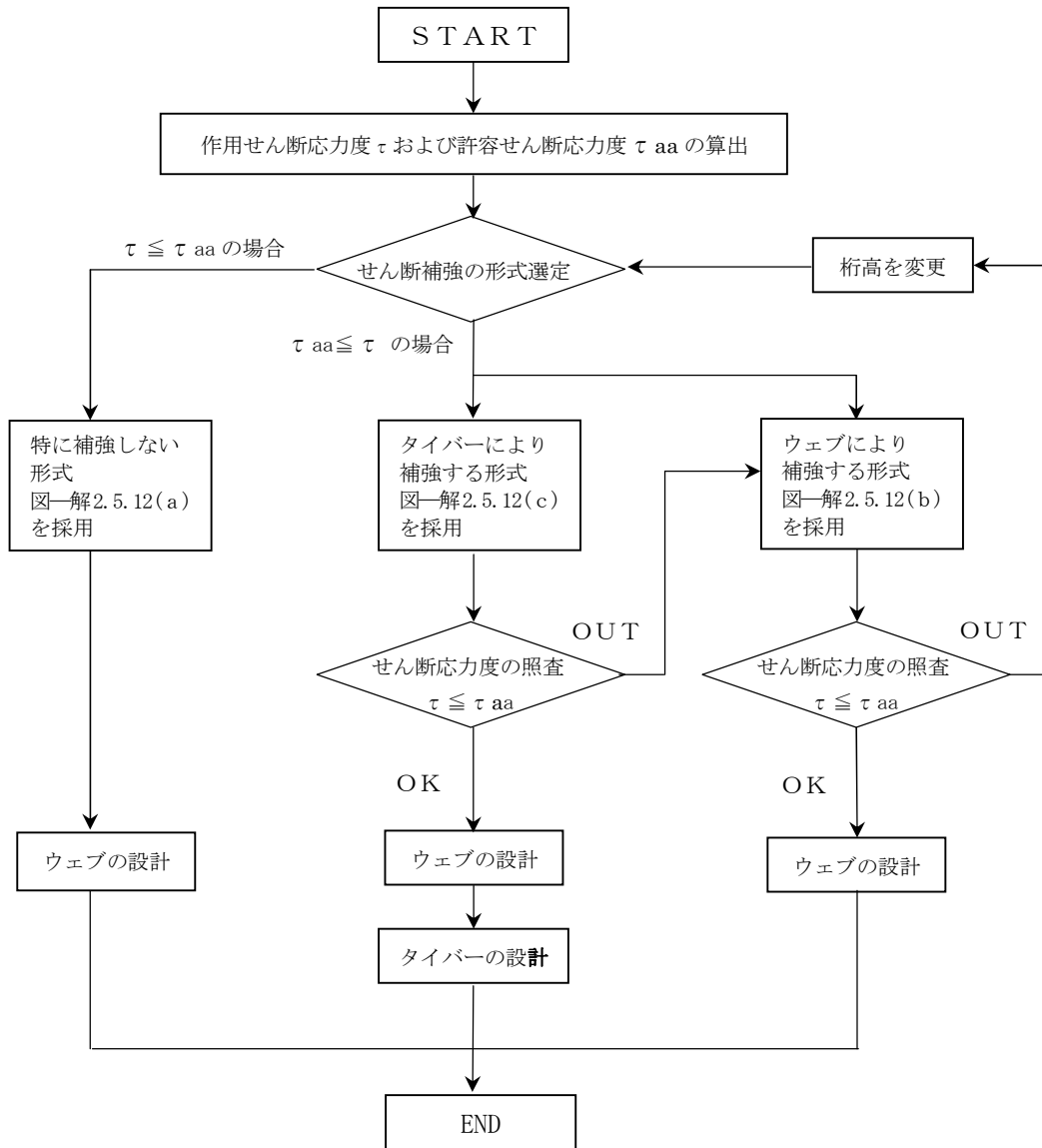
$$N_2 = (N \cdot E_{c2} \cdot A_{c2}) / (E_1 \cdot A_1 + E_{c2} \cdot A_{c2})$$

- ここに、
- M : 重ね壁の作用曲げモーメント (N・mm)
  - M<sub>1</sub> : 鋼製地中連続壁の作用曲げモーメント (N・mm)
  - M<sub>2</sub> : 内壁コンクリートの作用曲げモーメント (N・mm)
  - N : 重ね壁の作用軸力 (N)
  - N<sub>1</sub> : 鋼製地中連続壁の作用軸力 (N)
  - N<sub>2</sub> : 内壁コンクリートの作用軸力 (N)
  - E<sub>1</sub>・I<sub>1</sub> : 鋼製地中連続壁の水平方向曲げ剛性 (N・mm<sup>2</sup>) で 2.5.1 解説 (4)の式による。
  - E<sub>c2</sub>・I<sub>c2</sub> : 内壁コンクリート全断面の水平方向曲げ剛性 (N・mm<sup>2</sup>)
  - E<sub>1</sub>・A<sub>1</sub> : 鋼製地中連続壁の水平方向軸力に対する剛性 (N)
  - E<sub>c2</sub>・A<sub>c2</sub> : 内壁コンクリートの水平方向軸力に対する剛性 (N)

鋼製地中連続壁の照査は 1) の単独壁の照査によるものとする。

② 水平方向にせん断力を受ける場合の検討

NS-BOXの水平方向せん断設計の手順は図一解 2.5.11 に示すように行う。



図一解 2.5.11 鋼製地中連続壁の水平方向せん断設計の手順

1) 水平方向にせん断力を受ける単独壁の検討

水平方向にせん断を受ける単独壁の照査はトラス機構を仮定した『鋼・合成構造物標準示方書 総則編・構造計画編・設計編』（土木学会）を準用し、以下の方法によって求めてよい。

$$\tau \leq \tau_{aa}$$

$$\tau = V / (B \cdot d)$$

$$d = H - t_f/2$$

ここに、 $\tau$  : 鋼製地中連続壁に作用する水平方向の面外せん断応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

- $\tau_{aa}$  : 充填コンクリートの換算許容せん断応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
- $V$  : 鋼製地中連続壁に作用する水平方向の面外せん断力 (N)
- $B$  : 鋼製地中連続壁の鉛直方向単位幅 (mm)
- $H$  : NS-BOX の断面の部材高さ (mm)
- $d$  : NS-BOX の断面の有効高さ (mm)
- $t_f$  : NS-BOX のフランジ厚 (mm)

ウェブの応力度は下式により検討してよい。

$$\sigma_{sw} \leq \sigma_{sa}$$

$$\sigma_{sw} = V/A_{vw}$$

- ここに、
- $\sigma_{sw}$  : トラス機構によりウェブに発生する引張応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
  - $\sigma_{sa}$  : ウェブ鋼材の許容引張応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
  - $A_{vw}$  : ウェブの鉛直方向単位幅あたりの断面積 (mm<sup>2</sup>)

水平方向のせん断力に対しては、隣接する NS-BOX のフランジとウェブおよび充填コンクリートで形成される鋼コンクリートサンドイッチ構造で抵抗するが、その形式は図-解 2.5.12 に示すような形式がある。

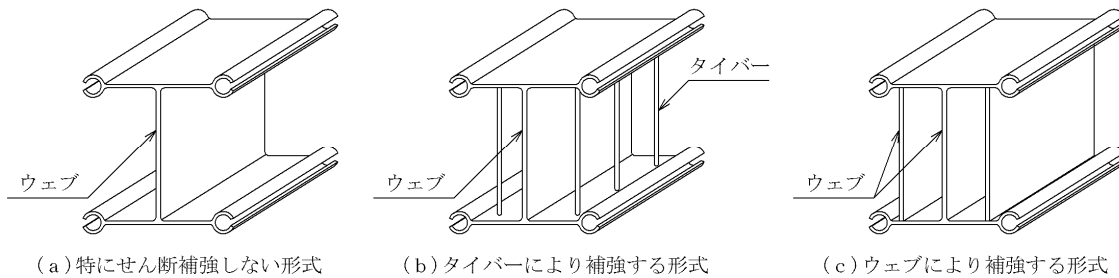


図-解 2.5.12 水平方向のせん断力に対する補強の形式

充填コンクリートの換算許容せん断応力度  $\tau_{aa}$  は、次の式で算定してよい。

i) 特にせん断補強を設けない場合およびウェブを追加して補強する場合

$$\tau_{aa} = \max(\kappa_1 \cdot \tau_{a2}, \tau_{a01})$$

$$\kappa_1 = 0.15 \beta_d \cdot \beta_p \cdot \beta_a$$

$$\beta_d = (1000/d)^{1/4} \leq 1.5$$

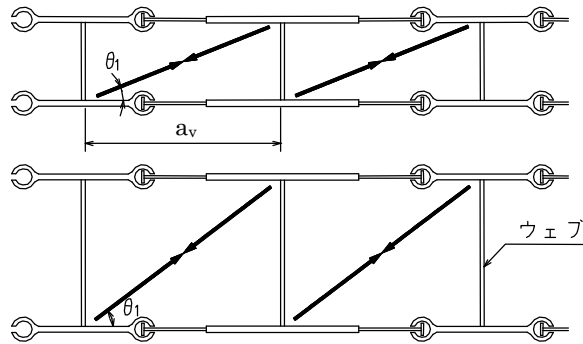
$$\beta_p = (100p_w)^{1/3} \leq 1.5$$

$$p_w = A_s / (B \cdot d)$$

$$\beta_a = 5 / (1 + \cot^2 \theta_1)$$

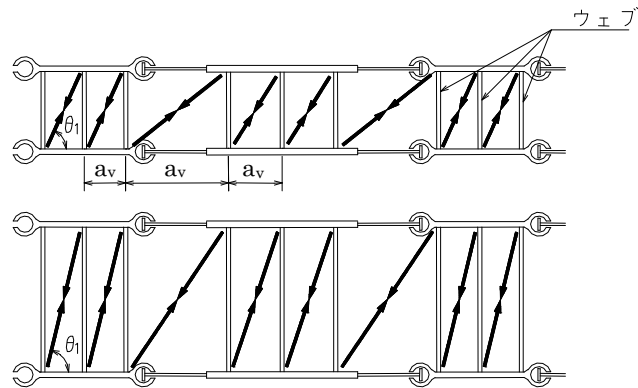
$$\theta_1 = \cot^{-1}(a_v/d)$$

- ここに、
- $\tau_{a01}$  : コンクリートのみでせん断力を負担する場合の許容せん断応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
  - $\tau_{a2}$  : 斜め引張鉄筋と共同してせん断力を負担する場合のコンクリートの許容せん断応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
  - $A_s$  : 単位幅  $B$  あたりの T 嵌合継手の幹の部分の断面積の総和 (mm<sup>2</sup>)
  - $a_v$  : 隣り合うウェブの中心間距離 (mm)



(a) 特に補強を施さない場合（隣り合うウェブ間で対角線上に形成）

図一解 2. 5. 13a 特に補強を施さない形式のコンクリート圧縮斜め材の角度



(c) ウェブにより補強する場合（隣り合うウェブ間で対角線上に形成）

図一解 2. 5. 13b ウェブにより補強する形式のコンクリート圧縮斜め材の角度

ii) タイバーまたはタイプレートにより補強する形式の場合

$$\tau_{aa} = 1.7 \kappa_1 \cdot \tau_{a2}$$

$$\kappa_1 = 0.15 \beta_d \cdot \beta_p \cdot \beta_a$$

$$\beta_d = (1000/d)^{1/4} \leq 1.5$$

$$\beta_p = (100p_w)^{1/3} \leq 1.5$$

$$p_w = A_s / (B \cdot d)$$

$$\beta_a = 5 / (1 + \cot^2 \theta_1)$$

$$\theta_1 = \max \{ \cot^{-1}(a_v / d), 30^\circ \}$$

ここに、 $\tau_{a2}$  : 斜め引張鉄筋と共同してせん断力を負担する場合のコンクリートの許容せん断応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

$A_s$  : 単位幅 B あたりの T 嵌合継手の幹の部分の断面積の総和 (mm<sup>2</sup>)

$a_v$  : 隣りあうウェブの中心間距離 (mm)

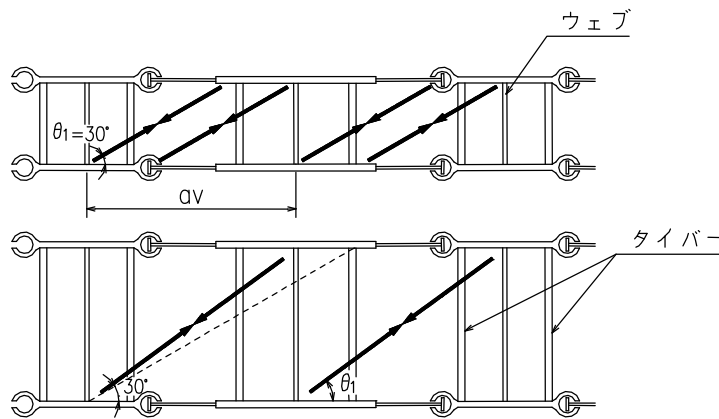


タイバーまたはタイプレートの応力度は下式により検討してよい。

$$\sigma_{sti} \leq \sigma_{sa}$$

$$\sigma_{sti} = V \cdot S_2 / (3000 A_2)$$

- ここに、  
 $\sigma_{sti}$  : タイバーまたはタイプレートの引張応力度 (N/mm<sup>2</sup>)  
 $\sigma_{sa}$  : タイバーまたはタイプレートの許容引張応力度 (N/mm<sup>2</sup>)  
 $V$  : 鋼製地中連続壁の鉛直方向単位幅当りに作用する水平方向の面外せん断力 (N)  
 $S_2$  : タイバーまたはタイプレートの鉛直方向の配置間隔 (mm)  
 $A_2$  : タイバーまたはタイプレートの1本当りの断面積 (mm<sup>2</sup>)



(b) タイバーによる補強を施した場合 (隣り合うウェブ間で対角線上もしくは30°のうち大きい方に形成)

図一解 2.5.13c タイバーまたはタイプレートにより補強する形式のコンクリート圧縮斜め材の角度

## 2) 水平方向にせん断力を受ける一体壁の検討

水平方向にせん断力を受ける一体壁の検討は、一体壁の抵抗せん断力が鋼製地中連続壁と内壁コンクリートの抵抗せん断力の累加であるとして、次の式による。ただし、内壁コンクリートの圧縮破壊が先行する場合には、平面保持の仮定に基づくせん断応力分布より、鋼製地中連続壁と内壁コンクリートのせん断力分担を計算し、それぞれ別個に検討するものとする。

$$V \leq V_{a1} + V_{a2}$$

$$V_{a1} = \tau_{aa} \cdot B \cdot d_0$$

a) スターラップでせん断補強をする場合

$$V_{a2} = \tau_{a1} \cdot B \cdot d + A_{st} \cdot \sigma_{sa} \cdot d / (1.15 \times s)$$

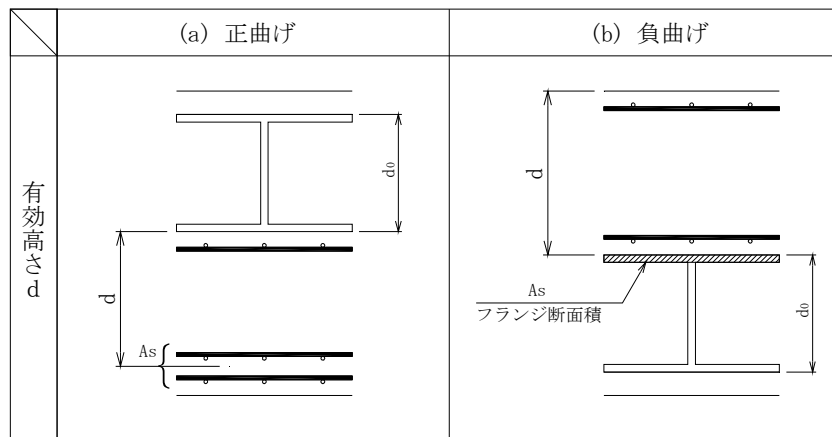
b) スターラップでせん断補強をしない場合

$$V_{a2} = \tau_{a1} \cdot B \cdot d$$

ただし、 $V_{a2} \leq \tau_{a2} \cdot B \cdot d$

- ここに、  
 $V$  : 水平方向作用せん断力 (N)  
 $V_{a1}$  : 鋼製地中連続壁の抵抗せん断力 (N)

- $V_{a2}$  : 内壁コンクリートの抵抗せん断力 (N)  
 $\tau_{aa}$  : 充填コンクリートの換算許容せん断応力度で 1) 水平方向にせん断力を受ける単独壁による。(N/mm<sup>2</sup>)  
 $\tau_{a1}$  : コンクリートのみでせん断力を負担する場合の内壁コンクリートの許容せん断応力度 (コンクリートが負担するせん断耐力を算定する際の  $\tau_{a1}$  は、2. 3【解説】により補正した値を用いてよい。)(N/mm<sup>2</sup>)  
 $\tau_{a2}$  : 斜め引張鉄筋と共同してせん断力を負担する場合の内壁コンクリートの許容せん断応力度 (N/mm<sup>2</sup>)  
 $d_0$  : 鋼製地中連続壁断面の有効高さ (mm) 図一解 2. 5. 14 による。  
 $d$  : 内壁コンクリート断面の有効高さ (mm) 図一解 2. 5. 14 による。  
 $B$  : 有効幅 (mm)  
 $\sigma_{sa}$  : スターラップの許容引張応力度 (N/mm<sup>2</sup>)  
 $A_{st}$  : 区間  $s$  におけるスターラップの総断面積 (mm<sup>2</sup>)  
 $s$  : スターラップの水平方向間隔 (mm)



図一解 2. 5. 14 水平方向にせん断力を受ける一体壁の検討における有効高さ  $d$

### 3) 水平方向にせん断力を受ける重ね壁の検討

水平方向にせん断力を受ける重ね壁の検討は、曲げ剛性の比率で割り振って求められた部材力に対して鋼製地中連続壁、内壁コンクリート各々別個に検討するものとする。鋼製地中連続壁および内壁コンクリートの作用せん断力は次の式で算定してよい。

$$V_1 = V \cdot E_1 \cdot I_1 / (E_1 \cdot I_1 + 0.6 E_{c2} \cdot I_{c2})$$

$$V_2 = V \cdot (0.6 E_{c2} \cdot I_{c2}) / (E_1 \cdot I_1 + 0.6 E_{c2} \cdot I_{c2})$$

ここに、 $V$  : 重ね壁の作用せん断力 (N)  
 $V_1$  : 鋼製地中連続壁の作用せん断力 (N)  
 $V_2$  : 内壁コンクリートの作用せん断力 (N)  
 $E_1 \cdot I_1$  : 鋼製地中連続壁の水平方向曲げ剛性 (N・mm<sup>2</sup>)  
 $E_{c2} \cdot I_{c2}$  : 内壁コンクリート全断面の水平方向曲げ剛性 (N・mm<sup>2</sup>)

鋼製地中連続壁および内壁コンクリートの抵抗せん断力については、一体壁の検討に示した $V_{a1}$ 、 $V_{a2}$ による。

(4) 固化材の応力度照査

固化材の応力度は図一解 2.5.15 および図一解 2.5.16 に示されるように押し抜きせん断応力度および圧縮トラス応力度を検討する。押し抜きせん断応力度は以下の式により検討してよい。

$$\tau \leq \tau_a$$

$$\tau = W_a \cdot a / (2H)$$

ここに、 $\tau$  : 押し抜きせん断応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

$\tau_a$  : 許容せん断応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

$W_a$  : 土水圧荷重 (N/mm<sup>2</sup>)

$a$  : 嵌合間隔 (mm)

$H$  : 部材断面の高さ (mm)

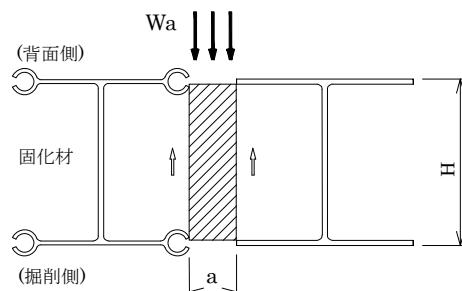
圧縮トラスの応力度は以下の式で算定される。

$$\sigma_c = N_c / A_c$$

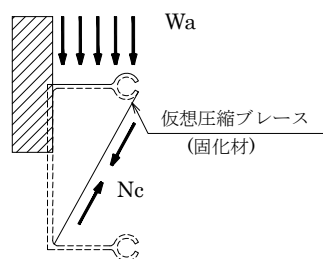
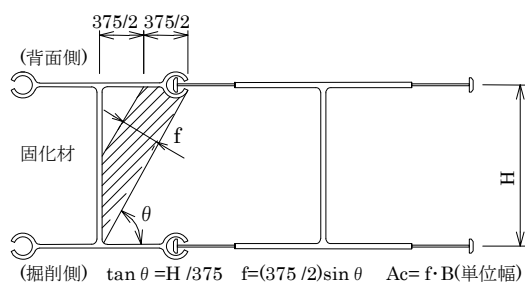
ここに、 $\sigma_c$  : 固化材の圧縮応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

$N_c$  : 土水圧荷重に起因して固化材に生ずる圧縮トラスの軸力 (N)

$A_c$  : 固化材の圧縮トラスの仮想斜材の断面積 (mm<sup>2</sup>)



図一解 2.5.15 固化材せん断強度検討モデル



図一解 2.5.16 固化材圧縮強度検討モデル

### 2. 5. 3 地震時の設計

地震時の設計については、想定される地震動に対して必要な耐震性を確保することを原則とする。

#### 【解説】

耐震設計は、構造物の設計耐用期間中に発生すると想定される地震動に対する構造物の応答値が、構造物の持つ耐震性能を満足することを照査するものである。その詳細については『道路橋示方書・同解説 V耐震設計編』、『鉄道構造物等設計標準・同解説 耐震設計編』等の関連する基準書によるものとする。

本指針で想定する設計地震動は、基本的に次の二つの地震動とする。

L 1 地震動：構造物の設計耐用期間内に数回程度発生する確率を有する地震動

L 2 地震動：構造物の設計耐用期間内に発生する確率は低い非常に強い地震動

鋼製地中連続壁を用いて開削トンネルや立坑等を構築する場合の耐震性能は次に示すものとする。

耐震性能Ⅰ：L 1 地震動に対して地震後も補修せずに機能を保持でき、かつ過大な変位を生じない。

耐震性能Ⅱ：L 2 地震動に対して地震後に補修を必要とするが、早期に機能が回復できる。

耐震性能Ⅲ：L 2 地震動によって構造物全体系が崩壊しない。

鋼製地中連続壁を用いた構造物の応答値の算定は、一般に応答震度法または応答変位法によるものとする。

構造物の横断面方向（軸直角方向）において、地震時に水平力もしくは水平変位を受ける鋼製地中連続壁の単独壁形式では、充填コンクリートの剛性および強度、鋼材の強度を考慮して鋼製地中連続壁の耐震性能を算定するものとする。この場合、充填コンクリートの拘束効果により、鋼材に弱軸方向の座屈、横倒れ座屈および局部座屈は発生しないものとして算定してよい。

NS-BOX の単独壁形式の曲げモーメント $M$ と曲率 $\phi$ の関係は、原則として、図-解 2.5.17 に示すトリリニアモデルとしてよい。

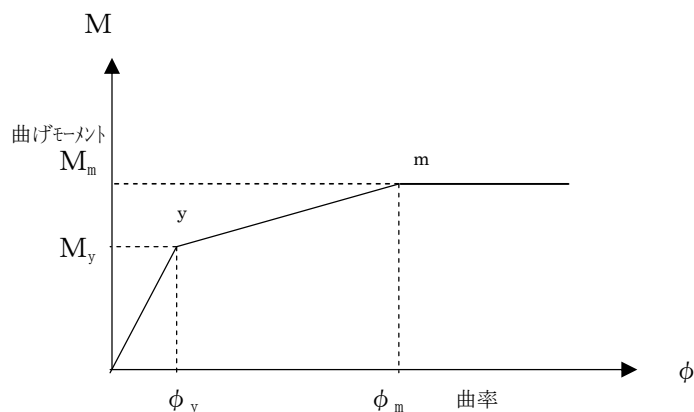


図-解 2.5.17 NS-BOX の曲げモーメントと曲率の関係

a)  $y$  点の曲げモーメント  $M_y$  および曲率  $\phi_y$

$y$  点は、鋼材の最外縁が降伏した時点とする。この時、降伏曲げモーメント  $M_y$  および降伏曲率  $\phi_y$  は下式により算定してよい。

$$M_y = \sigma_y \cdot Z$$

$$\phi_y = M_y / (E_s I_s)$$

ここに、  $M_y$  : 降伏曲げモーメント (N・mm)

$\phi_y$  : 降伏曲率 (1/mm)

$\sigma_y$  : NS-BOX の降伏強度 (N/mm<sup>2</sup>)

$Z$  : NS-BOX の断面係数 (mm<sup>3</sup>)

$E_s$  : NS-BOX の弾性係数 (N/mm<sup>2</sup>)

$I_s$  : NS-BOX の断面 2 次モーメント (mm<sup>4</sup>)

b)  $m$  点の曲げモーメント  $M_m$  および曲率  $\phi_m$

$m$  点は、鋼材の全断面が塑性化した時点としてよい。

この時、終局曲げモーメント  $M_m$ 、および終局曲率  $\phi_m$  は下式により算定してよい。

$$M_m = \sigma_y \cdot S$$

$$\phi_m = \beta \cdot \phi_y$$

ここに、  $M_m$  : 終局曲げモーメント (全塑性モーメント) (N・mm)

$\phi_m$  : 終局曲率 (1/mm)

$S$  : NS-BOX の塑性断面係数 (mm<sup>3</sup>)

$\beta$  : 終局曲率の降伏曲率に対する比

既往の実験結果によれば、 $\beta$  は 6 ~ 7 程度の値が得られている。一般に  $\beta = 5$  としてよい。

構造物の横断面方向（軸直角方向）において、地震時に水平力もしくは水平変位を受ける鋼製地中連続壁と内壁コンクリートの重ね壁形式では、骨組解析において、線材にモデル化した壁材に発生する地震時部材力に対して、重ね壁は鋼製地中連続壁と内壁コンクリートの累加耐力を持つものとして、耐震性能を検討するものとする。M- $\phi$  曲線については、内壁コンクリートは鉄筋コンクリートの M- $\phi$  曲線を用い、鋼製地中連続壁は図-解 2.5.17 に示された M- $\phi$  曲線を用いて図-解 2.4.3 に示された二重壁フレームモデルとして解析してよい。

構造物の横断面方向（軸直角方向）において、地震時に水平力もしくは水平変位を受ける鋼製地中連続壁と内壁コンクリートの一体壁形式では、骨組解析において、NS-BOX 材を鉄筋とみなした鉄筋コンクリートの 1 本の線材にモデル化した壁材に対して、耐震性能を満足するように設計するものとする。

構造物の縦断面方向（軸方向）において、地震時に水平力もしくは水平変位を受ける鋼製地中連続壁の検討は、原則として行わなくてよいものとするが、この検討を行う場合には、壁に発生する面内方向の地震時部材力を内壁コンクリートと NS-BOX で負担する。また、単独壁形式の場合は、壁に発生する地震時部材力を床版で支えられた弱軸方向の曲げ、せん断耐力で抵抗させるものとする。地震時の水平変位、部材角、曲率、塑性率等の許容値は該当する各基準書によるものとする。

## 2. 5. 4 壁体の支持力算定

鋼製地中連続壁の底面に作用する鉛直荷重はその許容支持力を超えてはならない。

### 【解説】

鋼製地中連続壁は施工時および完成時に作用する荷重に対して安全でなければならない。

完成時に作用する荷重に対しては、一般に底版の支持力および壁面の周面摩擦力により安全性を確保するものとする。ただし鋼製地中連続壁を本体利用する場合には、鉛直支持機構には適切なモデルを設定するものとする。

施工時に作用する荷重としては、路面からの荷重、路面覆工や土留め壁の自重、土留めアンカーからの鉛直分力などがある。

鋼製地中連続壁の許容支持力は、その極限支持力を安全率で除した値とする。安全率は、適用する基準書等の規定によるものとする。また、その許容支持力は、壁の許容圧縮力を超えないようにしなければならない。

鋼製地中連続壁の極限支持力度は、該当する基準書によるものとする。一例として、『道路橋示方書Ⅳ 下部構造編 平成24年3月』の地中連続壁基礎の設計を参考とした支持力算定を次に示す。

$$R \leq R_a$$

$$R_a = 1/n \times (q_d \times A_p + B \cdot \sum L_i \cdot f_i - W_s) + W_s$$

ここに、 $R$  : 作用鉛直荷重 (kN)

$R_a$  : 鋼製地中連続壁底面の許容鉛直支持力 (kN)

$n$  : 安全率 (常時  $n=3$ 、暴風時、レベル1地震時  $n=2$ )

$q_d$  : 鋼製地中連続壁の先端における単位面積当りの極限支持力度 (kN/m<sup>2</sup>)  
で、表一解 2.5.3 を参考としてよい。

$A_p$  : 鋼製地中連続壁の先端面積 (m<sup>2</sup>) で図一解 2.5.18 による。先端にずれ止めがある場合は、かぶり部コンクリートも先端面積に含めてよい。

$B$  : 摩擦面の長さ (m)

$L_i$  : 周面摩擦力を考慮する層の層厚 (m)

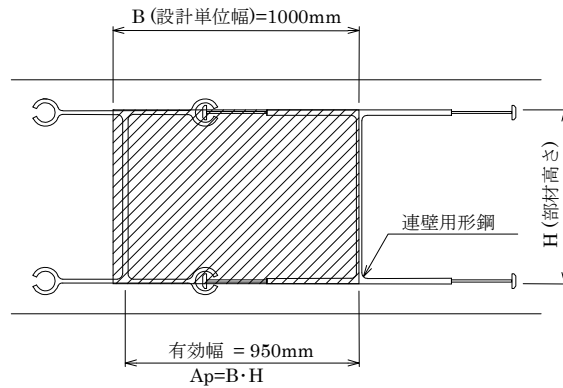
$f_i$  : 周面摩擦力を考慮する層の最大周面摩擦力度 (kN/m<sup>2</sup>)  
(表一解 2.5.4 による)

$W_s$  : 鋼製地中連続壁に置換えられる部分の土の有効重量 (kN)

表一解 2.5.3 地中連続壁基礎の  $q_d$  の推定表 (kN/m<sup>2</sup>)

地盤種別	極限支持力度 $q_d$ (kN/m <sup>2</sup> )
砂礫層および砂層 ( $N \geq 30$ )	3000
良質な砂れき層 ( $N \geq 50$ )	5000
硬質粘性土層	$3q_u$

\*  $q_u$  : 一軸圧縮強度 (kN/m<sup>2</sup>)



図一解 2.5.18 先端面積

鋼製地中連続壁の周面の最大周面摩擦力度は、地盤種別に従って表一解 2.5.4 により求めてよい。

表一解 2.5.4 鋼製地中連続壁の最大周面摩擦力度

地盤種別	最大周面摩擦力度 (kN/m <sup>2</sup> )
砂質土	$\text{Min}(5N, C + P_0 \tan \phi)$ ( $\leq 200$ )
粘性土	$C + P_0 \tan \phi$ ( $\leq 150$ )

- ここに、 $N$  : 標準貫入試験の  $N$  値  
 $C$  : 土の粘着力 (kN/m<sup>2</sup>)  
 $P_0$  : 壁面に作用する静止土圧強度 (kN)  
 $\phi$  : 土のせん断抵抗角 (度)

ただし、 $N \leq 2$  の軟弱層においては信頼性が乏しいので、試験により評価できる場合以外は、周面摩擦力を考慮しないものとする。



## 2. 5. 5 浮上りの検討

鋼製地中連続壁は、地下水により生ずる浮力に対して、安全でなければならない。

### 【解説】

浮上りに対する検討は、下記の式で行ってよい。

$$\{(P_u/n) + W\} / 1.1 \geq P_f$$

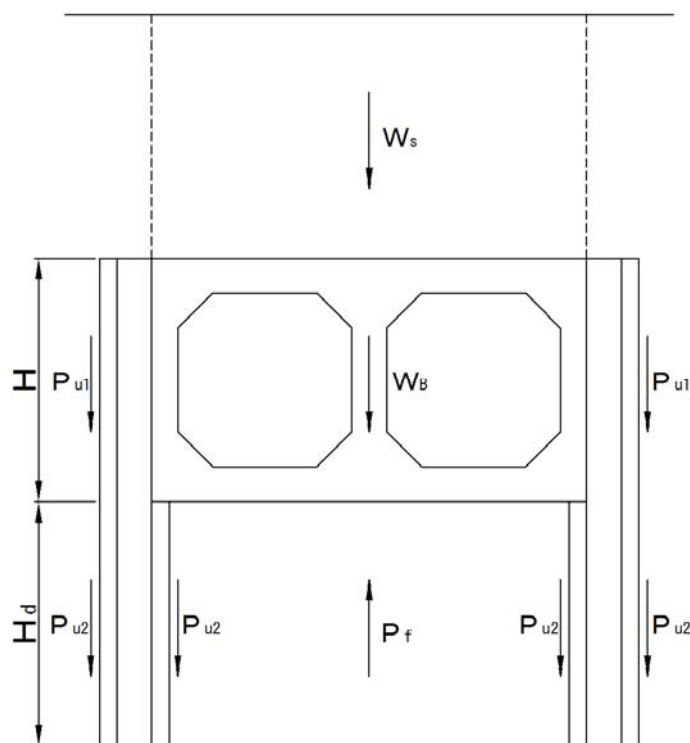
$$P_u = B \cdot \sum L_i \cdot f_i$$

$$W = W_s + W_B$$

- ここに、  
 $P_u$  : 地盤から決まる鋼製地中連続壁の極限引抜力 (kN)  
 $P_f$  : 浮力 (kN)  
 $n$  : 安全率 (一般に常時では、 $n=6$ )  
 $W_s$  : 鉛直荷重 (kN)  
 $W_B$  : 躯体自重 (kN)  
 $B$  : 摩擦面の長さ (m)  
 $L_i$  : 周面摩擦力を考慮する層の層厚 (m)  
 $f_i$  : 周面摩擦力を考慮する層の最大周面摩擦力度 (kN/m<sup>2</sup>)

最大周面摩擦力度  $f_i$  は表一解 2.5.4 の算定式によってよい。鋼製地中連続壁においては、開削トンネル側面と根入れ部の摩擦抵抗力を考慮する。

安全率  $n$  は、該当する基準書によるものとする。



図一解 2.5.19 開削トンネルに作用する力

## 2. 5. 6 現場継手の設計

- (1) 現場継手の設計は、作用部材力に対して行うことを原則とする。ただし、曲げに対してはNS-BOXの抵抗曲げモーメントの75%以上の強度をもつように設計しなければならない。
- (2) 隣接する現場継手の位置は鉛直方向に原則として500mm以上相互にずらした千鳥配置とすることが望ましい。
- (3) 現場継手は原則として摩擦接合用高力ボルト継手によるものとする。

### 【解説】

- (1) 現場継手は全強継手にすると、不経済になることが多いため、作用部材力を用いて設計することを原則とした。作用部材力は、当該継手の中心位置の部材力を採用してよい。ただし、曲げモーメントに対しては、継手部分の断面不均一による応力集中や、あるいは地盤条件、設計用荷重等の不確実性を考慮し、たとえ作用部材力が小さい場合でも、鋼材の許容応力度を用いて算出した母材の抵抗曲げモーメントの75%以上の継手強度を確保するものとする。また、継手の上下で断面が異なる場合は、小さい方の断面の抵抗曲げモーメントの75%以上の継手強度を確保するものとする。

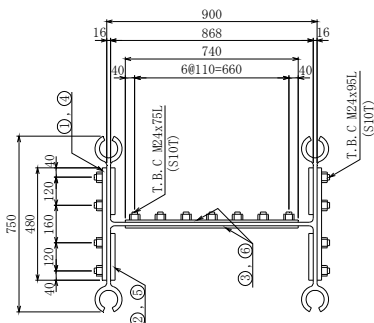
せん断力に対しては、全強と比較して一般に作用せん断力が小さく、全強継手とすると不経済となるので、所要強度に下限値を設けず、作用部材力に対して継手の設計を行うものとする。

- (2) 現場継手の位置は同一レベルにならないよう、設定する必要がある。ただし、構造寸法や施工制約上、部分的に500mm以上を確保できない場合にはこの限りではない。

- (3) 本指針(案)で取り扱っているNS-BOXは大深度対応の鋼製連壁部材であり高い鉛直精度を必要としている。従って、鉛直精度を管理しやすく施工性の優れた摩擦接合用高力ボルトを原則とした。高力ボルト継手の設計法は『道路橋示方書・同解説、Ⅱ鋼橋編 7. 3高力ボルト継手』（日本道路協会）によるものとする。摩擦接合用高力ボルトの中では、トルシア型高力ボルトが施工上望ましい。現場継手に使用する高力ボルトは原則としてM24とし、その孔径は26.5mmを標準とする。

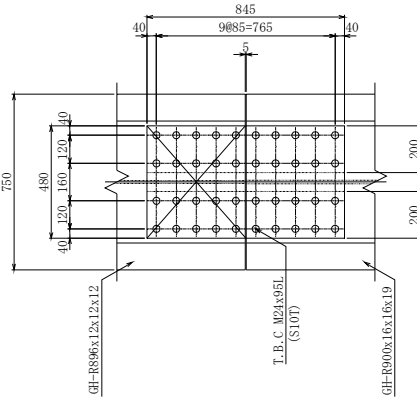
現場継手の上下でフランジ厚が異なる場合は、NS-BOXの断面の高さを調節することにより、上下の嵌合継手のスリット中心を合わせることを原則とする。NS-BOXの鉛直方向全長にわたり、基準中心線からのスリット芯の設計上の“ずれ”は±4mm以内であることが望ましい。

GH-Rタイプ

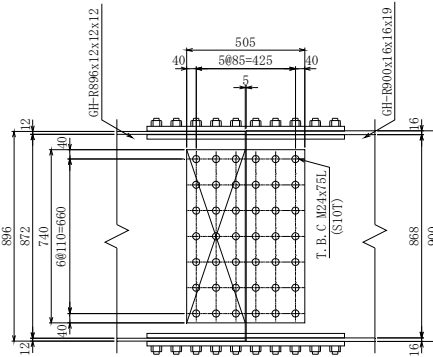


- ① S. PL-19x480x845 (SM490)
- ② S. PL-19x200x845 (SM490)
- ③ S. PL- 9x740x505 (SM490)
- ④ FILL. PL-2. 3x480x420 (SS400)
- ⑤ FILL. PL-2. 3x200x420 (SS400)
- ⑥ FILL. PL-2. 3x740x250 (SS400)

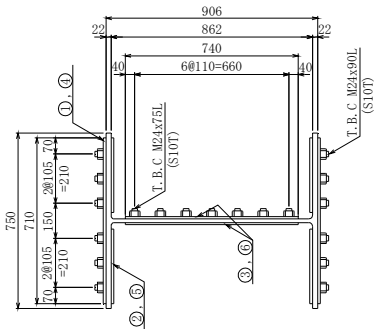
フランジ



ウエブ

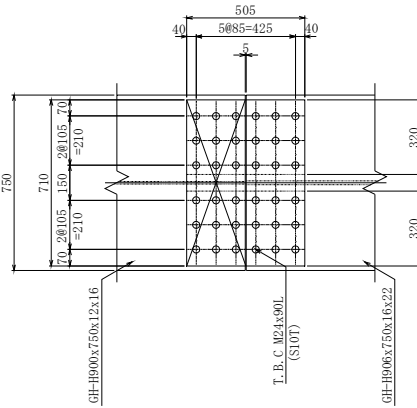


GH-Hタイプ

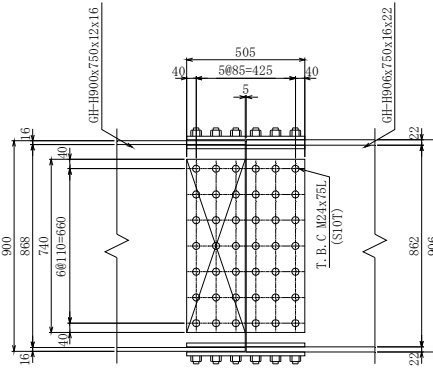


- ① S. PL-12x710x505 (SM490)
- ② S. PL-12x320x505 (SM490)
- ③ S. PL- 9x740x505 (SM490)
- ④ FILL. PL-3. 2x710x250 (SS400)
- ⑤ FILL. PL-3. 2x320x250 (SS400)
- ⑥ FILL. PL-2. 3x740x250 (SS400)

フランジ



ウエブ



図一解 2.5.20 現場継手標準図

## 2. 5. 7 本体構造との接合

- (1) NS-BOX と床版との接合は接合部に作用する曲げモーメント、せん断力、軸力を円滑に、かつ安全に伝える構造としなければならない。
- (2) 内壁コンクリートを設ける壁形式の場合は、NS-BOX と内壁コンクリートとの接合部に作用するせん断力を円滑に、かつ安全に伝える構造としなければならない。

### 【解説】

- (1) NS-BOX と床版との接合部には、曲げモーメントを伝達させる曲げ鉄筋、せん断力を伝達させるせん断鉄筋を取り付け、鉄筋コンクリート床版と結合する。曲げ鉄筋およびせん断鉄筋の接合方式には次の方法がある。

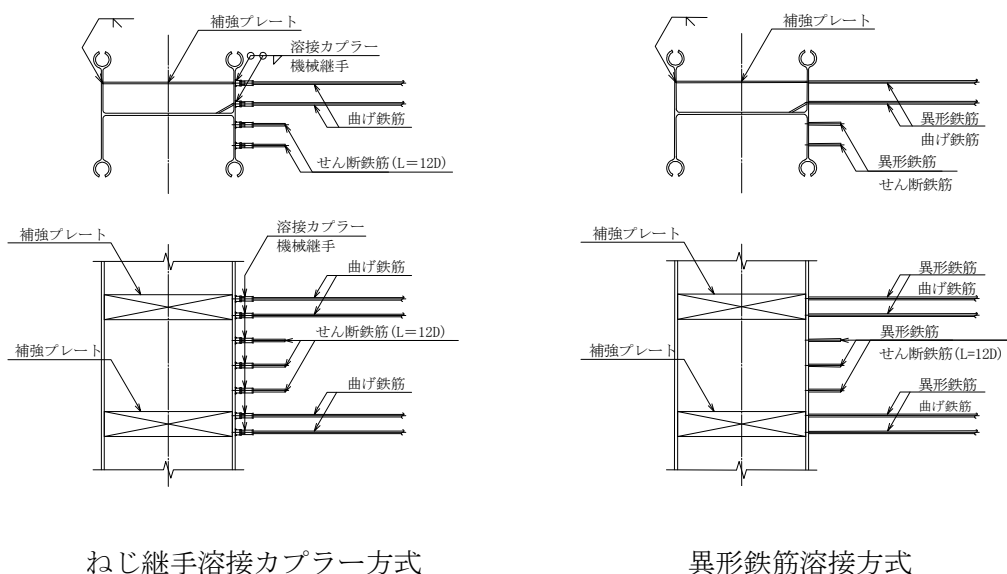
#### 1) ねじ継手溶接カプラー方式

NS-BOX のフランジに、あらかじめねじ継手（溶接カプラー）を溶接し、床版施工時に後施工カプラー付き鉄筋または、ねじ切り鉄筋と接合する方式

#### 2) 異形鉄筋溶接方式

床版施工時に NS-BOX のフランジに異形鉄筋を溶接する方式で、スタッド溶接（D19～D22）およびマグ溶接（D25～D51）があり、鉄筋径によって必要となるフランジ厚が異なるため、芯材仕様を考慮した検討を行う。

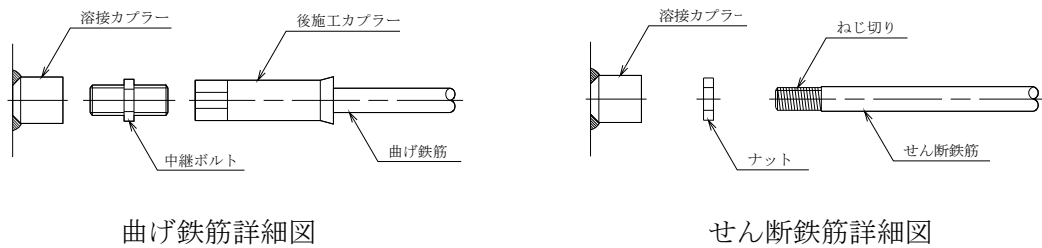
1)、2) いずれの場合も、曲げ鉄筋については、NS-BOX の床版鉄筋接合部に補強が必要である。図一解 2. 5. 21 に床版接合方式ごとの断面図、図一解 2. 5. 22 にねじ継手溶接カプラー方式の曲げ鉄筋およびせん断鉄筋の詳細図を示す。なお、単独壁におけるハンチ筋は NS-BOX に溶接するものとする。



ねじ継手溶接カプラー方式

異形鉄筋溶接方式

図一解 2. 5. 21 床版接合方式



図一解 2.5.22 床版鉄筋詳細図

① 照査方法

NS-BOX と床版の接合部に発生する曲げモーメントおよび軸力に対する検討は鉄筋コンクリートの設計法によるものとする。図一解 2.5.23 に断面照査用の設計断面力算定位置を示す。

1) 単独壁および一体壁の場合

NS-BOX に定着可能な鉄筋本数のみで床版接合部の設計を行う。

(例) @950mm、GH-R に 4 本、GH-H に 6 本の場合

$$n = (4+6) / 2 / 0.95\text{m} = 5.263 \text{ 本/m}$$

2) 重ね壁および一体壁(内壁コンクリートへの鉄筋の定着が可能)の場合

NS-BOX および内壁コンクリートに定着する鉄筋本数で床版接合部の設計を行う。

(例) @950mm、GH-R に 4 本、GH-H に 6 本、部材間に 2 本の場合

$$n = \{(4+6) / 2+2\} / 0.95\text{m} = 7.368 \text{ 本/m}$$

NS-BOX と床版の接合部に発生するせん断力に対する検討は、以下のいずれかの式によるものとする。せん断鉄筋はねじ切り鉄筋を使用するが、鉄筋の全断面積を有効とする事とした。(参考3)

$$S / (n_s \cdot q_s) \leq 1.0$$

ここに、 S : NS-BOX 1 本当りに作用するせん断力 (N)

$n_s$  : せん断鉄筋の本数 (本)

$q_s$  : せん断鉄筋 1 本当りの許容せん断力 (N)

$$q_s = \alpha \{0.5 \cdot A_s \sqrt{(f'_{ck} \cdot E_c)}\}$$

ここに、  $A_s$  : せん断鉄筋の断面積 ( $\text{mm}^2$ )

$f'_{ck}$  : コンクリートの設計基準強度 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )

$E_c$  : コンクリートのヤング係数 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )

ただし、  $\sqrt{(f'_{ck} \cdot E_c)} \geq 900$  の場合、  $\sqrt{(f'_{ck} \cdot E_c)} = 900 \text{ N}/\text{mm}^2$  とする。

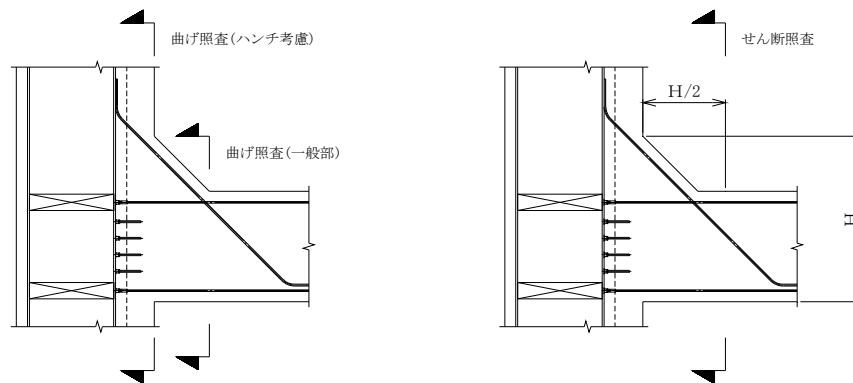
$\alpha$  : 低減係数で長期荷重に対し  $\alpha = 0.4$ 、短期荷重に対し  $\alpha = 0.6$

NS-BOX は原則として上記式を用いるが、疲労安全性が問題となる場合は以下の式によるものとする。

$$\tau = S / (n_s \cdot A_s) \leq \tau_{sa}$$

ここに、  $\tau$  : 作用せん断応力度 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )

$\tau_{sa}$  : 許容せん断応力度 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ ) (表-2.3.7 参照)



図一解 2.5.23 設計断面力の算定位置

② 定着長さ

曲げ鉄筋の定着長さは、次式を満足するものとする。

$$L = \sigma_a \cdot D / (4 \tau_{oa})$$

ここに、 $L$  : 曲げ鉄筋の定着長さ (mm)

$D$  : 曲げ鉄筋の径 (mm)

$\tau_{oa}$  : コンクリートと鉄筋の許容付着応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

$\sigma_a$  : 曲げ鉄筋の許容引張応力度 (N/mm<sup>2</sup>) 表-2.3.6を参照

せん断鉄筋の定着長さは、次式を満足するものとする。

$$L = 12D$$

ここに、 $L$  : せん断鉄筋の定着長さ (mm) (後施工カプラー部を除く長さ。)

$D$  : せん断鉄筋の径 (mm) (一般部の鉄筋径)

③ 定着方法

1) 単独壁形式

全ての床版鉄筋を NS-BOX に定着させる。

2) 重ね壁形式

床版の引張鉄筋は鋼製地中連続壁と内壁コンクリートとの耐力比で分担、各々に定着させるものとし、NS-BOX に定着させる最小鉄筋量は仮設時に必要な鉄筋量以上とする。

圧縮鉄筋については、1/3以上を NS-BOX に、残りを内壁コンクリートに定着させる。

3) 一体壁形式

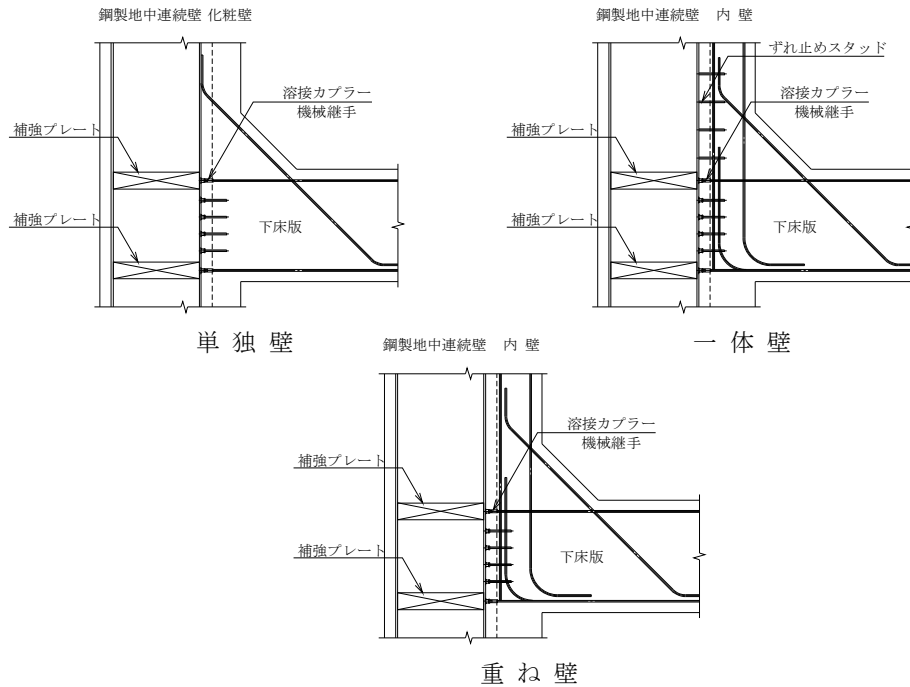
上床版および下床版の引張鉄筋は、NS-BOX に定着させる。圧縮鉄筋で内壁コンクリートに定着がとれる場合については、圧縮鉄筋の1/3以上を NS-BOX に、残りを内壁コンクリートに定着させる。また、中床版で内壁コンクリートに定着がとれる場合は床版鉄筋を内壁コンクリートのみに定着させてもよい。

圧縮側ハンチ筋は床版圧縮側主筋の1/3以上を原則とする。図一解 2.5.24 に NS-BOX 床版との接合部の配筋例を示す。

ねじ継手溶接カプラーは表一解2.5.5および図一解2.5.25に示すものを標準とする。ただし、せん断鉄筋については、ねじ切り径が小さくなるために溶接カプラーは1サイズ小さなものを用いる。

(例：せん断鉄筋 D32 の場合⇒D29 の溶接カプラー)

曲げ鉄筋の補強プレート仕様を表一解2.5.6に示す。

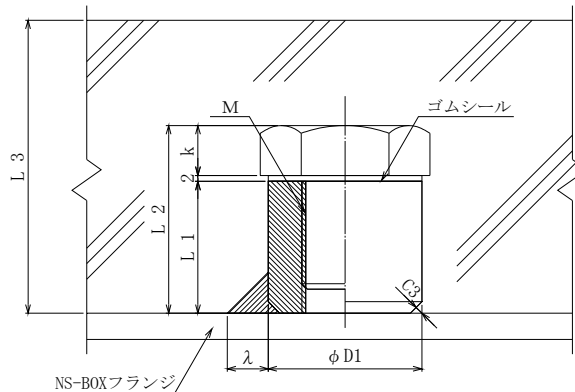


図一解2.5.24 NS-BOXと床版との接合部の配筋例

表一解2.5.5 ねじ継手溶接カプラー寸法

鉄筋・ボルト 呼び名 D-M	外径 φD1 (mm)	カプラー高さ L1 (mm)	脚長 λ (mm)	かぶり L3 (mm)	キャップボルト頭部高さ k (mm)	全高さ L2 (mm)	最小間隔 (mm)
D13-14	25	21	5	100 以上	7	30	60
D16-18	30	25	6		9	36	70
D19-20	32	27	8		10	39	70
D22-24	38	32	9		12	46	80
D25-27	44	37	10		14	53	90
D29-30	48	41	12		15	58	100
D32-33	52	45	14		17	64	100
D35-36	56	50	15		18	70	110
D38-39	64	53	16		20	75	120
D41-42	70	58	17		21	81	130
D51-52	85	70	20		31	103	150

※最小間隔=φD1+2×λ+20mm(空き)



図一解 2.5.25 ねじ継手溶接カプラー

表一解 2.5.6 曲げ鉄筋の補強プレート  
ウェブと平行なプレート

鉄筋径	D13～ D22	D25	D29	D32	D35	D38	D41	D51
補強プレート(鉄筋許容応力度 180N/mm <sup>2</sup> 用)(mm)	9×75	9×75	9×100	9×125	9×150	12×150	12×150	16×180
補強プレート(鉄筋許容応力度 200N/mm <sup>2</sup> 用)(mm)	9×75	9×100	9×125	9×150	12×125	12×150	12×180	16×200

ウェブに 30° で接合される補強プレート

鉄筋径	D13～ D22	D25	D29	D32	D35	D38	D41	D51
補強プレート(鉄筋許容応力度 180N/mm <sup>2</sup> 用)(mm)	9×75	9×100	9×125	9×150	12×125	12×150	12×180	16×200
補強プレート(鉄筋許容応力度 200N/mm <sup>2</sup> 用)(mm)	9×75	9×100	9×125	9×150	12×150	12×180	12×200	19×200

(2) 内壁コンクリートを設ける壁形式の場合は、躯体コンクリートの上下動によるNS-BOXと躯体コンクリート間のずれせん断力に対して十分なせん断鉄筋を配置しなければならない。また、内壁コンクリートとの一体化を図る場合には、側壁に曲げが作用する事により発生するNS-BOXと内壁コンクリート間のずれせん断力に対しても十分なせん断鉄筋を配置しなければならない。

① 鉛直荷重によるずれせん断力

重ね壁形式および一体壁形式において、浮力などの鉛直方向の荷重が躯体コンクリートに作用する事により、NS-BOXと躯体コンクリートとの接合面にずれせん断力が作用する。せん断鉄筋の照査は(1)に準拠する。

② 側壁の曲げによるずれせん断力

一体壁形式において、側壁に曲げが作用するとNS-BOXと内壁コンクリートとの接合面にずれせん断力が作用する。せん断鉄筋の照査は以下の式によるものとする。ただし、不完全合成梁とする場合は他の基準に準じてよい。



### 1) ずれせん断力の算出

NS-BOX と内壁コンクリートとの接合面に生じるずれせん断力は、側壁のずれせん断応力度より求める。ずれせん断力の算出にあたって、骨組構造解析で得られるせん断力S(断面力)を用いて、道路橋示方書 II 鋼橋編 合成桁-11.5.6 ずれせん断力の算定式に準拠してよい。

$$\tau_i = dvc \cdot (A_c / n) \cdot S / I_v$$

ここに、 $\tau_i$  : 接合面に生じるずれせん断応力度 (N/mm<sup>2</sup>)  
 $dvc$  : 合成後の断面図心から内壁コンクリートの図心までの距離 (mm)  
 $A_c$  : 内壁コンクリートの断面積 (mm<sup>2</sup>)  
 $n$  : ヤング係数比 ( $n = 7$ とする)  
 $I_v$  : 合成後の換算断面二次モーメント (mm<sup>4</sup>)

$$H_v = \frac{1}{2} (\tau_1 + \tau_2) \cdot L_1 \cdot b + \frac{1}{2} \tau_2 \cdot L_2 \cdot b$$

ここに、 $H_v$  : 接合面に生じる1区間のずれせん断力 (N)  
 $\tau_1, \tau_2$  : 各変化点におけるずれせん断応力度 (N/mm<sup>2</sup>)  
 $L_1, L_2$  : 各変化点の距離 (mm)  
 $b$  : 有効幅 (mm)

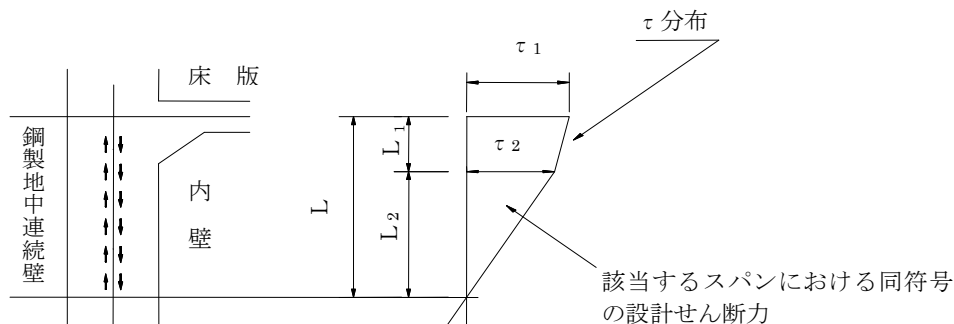


図-解2.5.26 該当するスパンにおける同符号の設計せん断力

### 2) せん断鉄筋の設計

鋼製地中連続壁と内壁コンクリートの接合面に配置するせん断鉄筋は、以下の式により検討する。

$$F_s \leq \frac{S_u}{H_v}, S_u = S_{ug} + S_{ul}$$

$$S_{ug} = n \cdot Q_{vg}$$

$$S_{ul} = \mu \cdot \sigma_N \cdot A_c$$

ここに、 $F_s$  : 安全率(一般に $F_s = 2.0$ )  
 $H_v$  : 接合面Lに作用する全設計せん断力(N)  
 $S_u$  : 接合面Lにおける全せん断耐力(N)  
 $S_{ug}$  : せん断鉄筋によるせん断耐力(N)  
 $S_{ul}$  : 接合面Lにおける鋼製地中連続壁と内壁コンクリートの摩擦によるせん断耐力(N)

- $n$  : せん断鉄筋の本数(本)  
 $Q_{vg}$  : せん断鉄筋 1 本あたりのせん断耐力(N)  
 $M$  : 鋼とコンクリートの摩擦係数 (一般に  $\mu = 0.7$  )  
 $\sigma_N$  : 接合面に垂直に作用する圧力度(N/mm<sup>2</sup>) (鋼製地中連続壁に作用する土圧等の外力)  
 $A_c$  : 接合面 L の面積(鋼製地中連続壁の接合面処理を行う部分)(mm<sup>2</sup>)

### 3) 構造細目

- a) スラブの引張鉄筋以外の鉄筋で鋼製地中連続壁に十分定着されている鉄筋は、そのせん断耐力を累加して計算してよい。
- b) せん断鉄筋は異形鉄筋を用いるものとし、その径は 25mm 以下とするのがよい。
- c) せん断鉄筋の最大間隔は鋼製地中連続壁の有効厚または、内壁設計厚のいずれか小さい値以下とする。

頭付きスタッドを配置する場合は、『H形鋼を芯材とする土留め壁の設計手引き』(日本トンネル技術協会) に準じて設計してよい。

## 2. 5. 8 構造細目

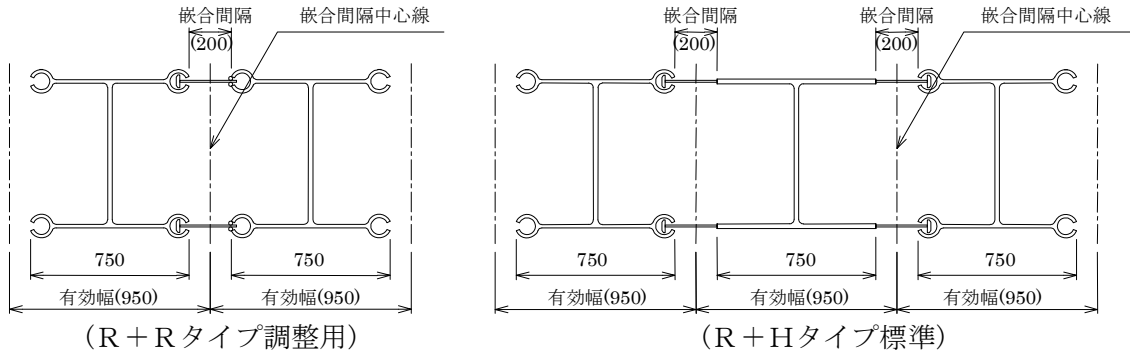
- (1) NS-BOX の断面の高さは安定液固化方式の場合 400mm 以上、コンクリート充填方式の場合は 500mm 以上を原則とする。
- (2) NS-BOX の部材間隔は 950mm を標準とする。ただし、寸法調整用部材はこの限りではない。
- (3) 一般部かぶりおよび純かぶりは、使用する充填材の性状を把握して設定しなければならない。
- (4) 嵌合継手材の T 継手の鉛直方向寸法は 100mm を標準とする。鋼製地中連続壁を本体利用する範囲では、T 継手の鉛直方向の最大間隔は原則として 1000mm とする。
- (5) タイバーまたはタイプレートはウェブの両側に 1 列ずつ合計 2 列を必ず配置し両端は上下フランジに連結する。タイバーは公称径が 13mm 以上のものを用い、鉛直方向配置間隔は 100mm 以上かつ NS-BOX の断面の高さの  $1/2$  以下とする。タイプレートは幅 100mm 以上、板厚 9mm 以上のものを用い、鉛直方向配置間隔は 200mm 以上かつ NS-BOX の断面の高さの  $1/2$  以下とする。
- (6) コンクリートを円滑に充填するために、NS-BOX に開口を設ける場合、設計、施工条件を考慮して、孔の形状、寸法、間隔等の仕様を適切に設定しなければならない。
- (7) 先行エレメント端部のウェブの板厚はコンクリート打込み時のフレッシュコンクリートの圧力を考慮して設計しなければならない。
- (8) NS-BOX の頭部および脚部の本体利用しない部分には、必要に応じて H 形鋼を使用してよい。
- (9) NS-BOX のかぶり部分を、はつらないで残す場合は、スタッド等を設けて、かぶり部分の剥離を防止しなければならない。
- (10) 内壁コンクリートは、十分なせん断耐力と靱性を確保するために、必要な量の間帯鉄筋を配置するものとする。

### 【解説】

- (1) NS-BOX の断面の最小高さは製造上の理由から 400mm とした。ただし、コンクリートを充填する場合は、トレミー管 ( $\phi 200\text{mm}$ ) の建込みに必要な寸法から、部材断面の最小高さを 500mm とした。
- (2) NS-BOX の部材間隔 (ウェブ中心間隔) は 950mm を標準とするが、平面的な割り付けにおいて、寸法調整が必要な場合や、円形構造物で NS-BOX を閉合させる必要がある場合は、標準部材間隔とは異なった部材間隔を採用してよい。NS-BOX の嵌合間隔は、原則として、200mm を標準とし、最小嵌合間隔を 100mm、最大嵌合間隔を 300mm とする。やむをえず嵌合間隔が 300mm を超える場合はコンクリートのひび割れ等の検討をすることが望ましい。

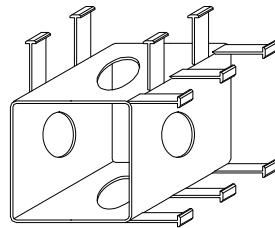
GH-H はフランジ幅 750mm の超広幅の溶接 H 形鋼のため、幅厚比が大きくなり、安定液固化法の場合、安定液固化材の強度発現の程度によっては局部座屈を抑止できない。そのため、全断面有効として設計できないおそれがある。この場合は、有効幅厚比を考慮した鋼構造設計法で設計するものとする。コンクリートを充填する場合は、コンクリートの拘束効果により GH-H の所定の厚み以上のフランジお

よびウェブの局部座屈が抑止され、全断面有効であることが確認されている。したがってGH-RとGH-Hを組み合わせたR+Hタイプを基本とする。ただし、平面配置上の部材間隔寸法の調整が必要な場合等では、部分的にR+Rタイプを適用できる。



図一解 2.5.27 嵌合間隔

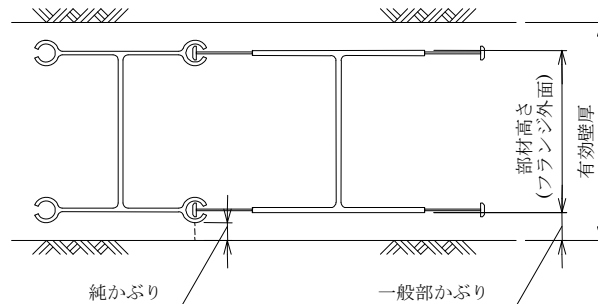
コーナー部材は角形鋼管にT継手を取り付ける構造のGH-Cを基本とする。



図一解 2.5.28 コーナー部材の例

- (3) 一般部かぶりおよび純かぶりは使用する充填材によって異なるが、スランプフロー500mm以上の流動化コンクリートを使用した場合、充填試験の結果より一般部150mm（純かぶり90mm）で、十分な充填性が確認されている。

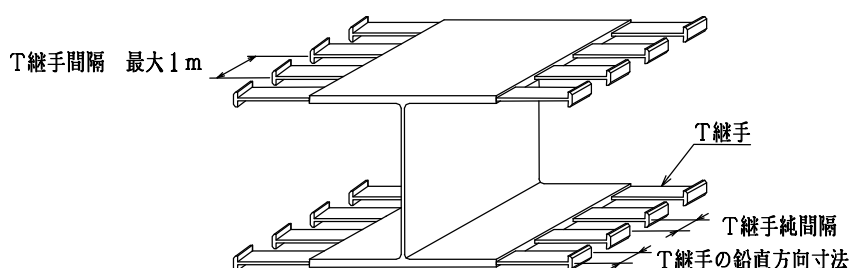
安定液固化材やスランプフロー600mm以上の流動化コンクリート（または水中不分離性コンクリート等）を使用した場合、充填材はさらに流動性がよいことから一般部100mm（純かぶり40mm）で設計してよいものとする。ただし、この場合、床版接合用の溶接カップラーや吊り金具の突出しろに留意が必要である。



図一解 2.5.29 鋼材のかぶり

- (4) 鋼製地中連続壁を本体利用する場合は、隣接する部材を相互に結合する必要があるため、嵌合継手材（T継手）の鉛直方向間隔は1000mm以下を標準とする。また、コーナー部背面側などで、嵌合継手に水平方向の引張力が発生する個所は嵌合継手材間隔を500mm以下にすることが望ましい。ただし、仮設時において嵌合継手の強度を必要としない場合およびエレメント間については止水対策（カッティング、止水板、止水材など）を行う場合は特に規定しない。

鋼製地中連続壁の水平方向曲げ耐力を期待して壁を二方向版として解析した場合等には、嵌合継手の引張耐力が必要となるが、この場合は嵌合継手の作用引張力に応じて嵌合継手材の個数を増すことができる。ただし、嵌合継手材の鉛直方向最小純間隔は100mmとする。



図一解 2.5.30 嵌合継手材（T継手）

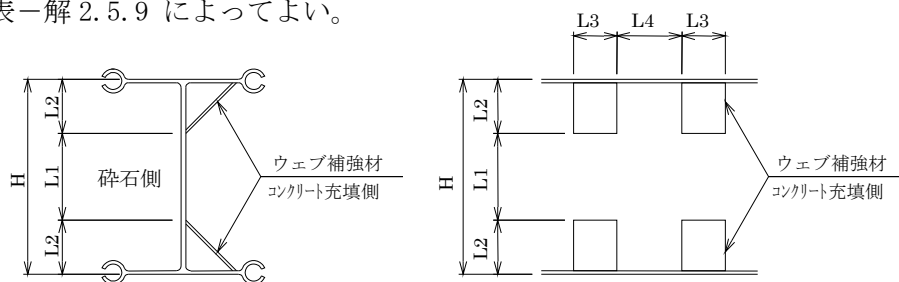
- (5) タイバー、タイプレートについては図一解 2.5.12 参照。
- (6) コンクリートの充填性を高めるためにウェブに開口をあける場合、ウェブの断面欠損を考慮した設計としなければならない。ウェブ開口径は NS-BOX の部材断面の高さの 40%~50%とする（表一解 2.5.7 参照）。開口の鉛直方向ピッチは NS-BOX の部材断面の高さ程度とする。

表一解 2.5.7 標準的なウェブ開口径

部材断面の高さ (mm)	標準的なウェブ開口径 (mm)
500	200
600	250
700	300
800	350
900	400
1000	450
1100	500
1200	550
1300	600
1400	650
1500	700



ウェブの応力が許容応力度を超えた場合の補強プレートの仕様は図一解 2.5.31 及び表一解 2.5.9 によってよい。



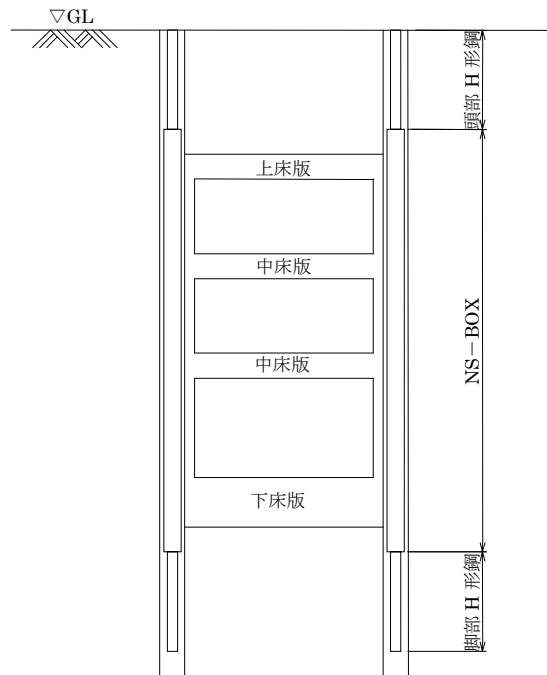
図一解 2.5.31 ウェブ補強材の一例

表一解 2.5.9 ウェブ補強鋼板

部材断面の高さ H (mm)		1500	1200	1000	800
構造寸法	L1 (mm)	1000	700	500	300
	L2 (mm)	250	250	250	250
	L3 (mm)	250	250	200	200
	L4 (mm)	350	350	300	300
ウェブ補強鋼板		PL-12x250x350	PL-9x250x350	PL-9x200x350	PL-9x200x350

- (8) 本体構造物を構築したあと NS-BOX の頭部を撤去する場合、頭部にH形鋼を使用しておく施工性がよく、かつ経済的になる。この場合、建込み順序に注意して施工する必要がある。また、NS-BOX の底版以下の根入れ部も同様に、先行エレメント端部を除いて、H形鋼とすることができる。ただし、H形鋼を使用する部分は仮設構造の範囲とする。その使用例を図一解 2.5.32 に示す。根入れ部にH形鋼を用いる場合、NS-BOX の長さは継手板の大きさを考慮するものとする。

H形鋼を頭部に使用する場合、別途、建込み用ガイドなどを検討する必要があるので注意する。



図一解 2.5.32 H形鋼の使用例

- (9) NS-BOX の掘削側かぶり部は、本体掘削時に撤去することもできるが、かぶり部を残す場合、頭付きスタッドなどを NS-BOX に建込み前に取り付けておくことが必要である。この場合、頭付きスタッドはかぶりコンクリートの重量を保持できる量を配置しなければならない。
- (10) 一体壁形式及び重ね壁形式において、地下構造物のせん断耐力を確保するために作用せん断力に対して、内壁コンクリートに十分な量の間帯鉄筋（せん断補強筋）を設けるものとする。また、十分な量の間帯鉄筋があれば、負曲げに対しても脆性破壊が避けられ、変形性能が向上することが知られている。設計計算上必ずしも必要とならない場合でも、『道路橋示方書IV下部構造編 14.9.4 及び 11.9.3』に基づき、次のような鉄筋を配置するものとする。
- 1) 水平鉄筋と同じ材質で D16 以上。
  - 2) 水平方向及び鉛直方向間隔は内壁コンクリート厚以下。但し、内壁コンクリート厚が 1 m 以下の場合は、間隔は 1 m 以内とする。



## 第3章

---

# 施 工

## 第3章 施工

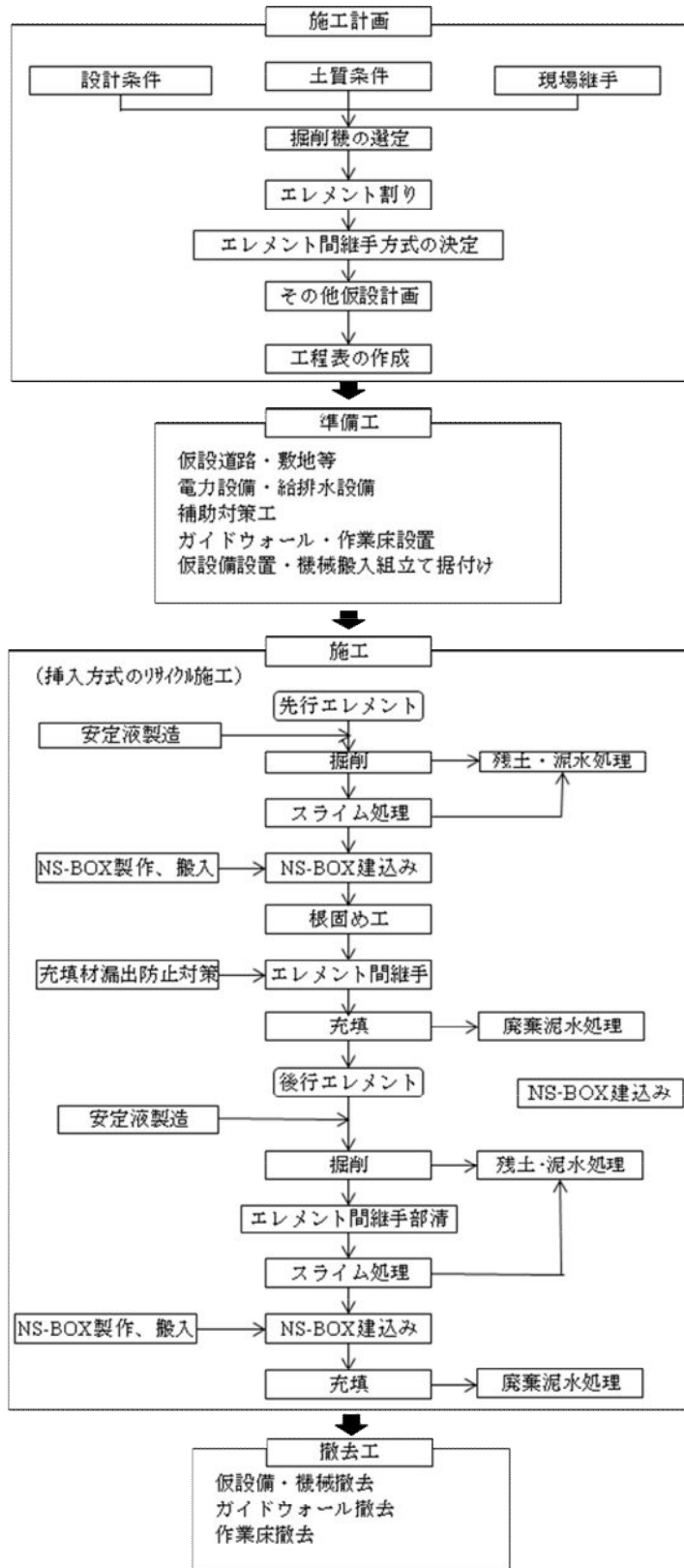
### 3.1 施工計画

鋼製地中連続壁の施工計画の策定にあたっては、NS-BOX の設計及び施工上の特性を十分に考慮して計画しなければならない。

#### 【解説】

鋼製地中連続壁の施工法は、通常の鉄筋コンクリート製地中連続壁とほぼ同様である。鋼製地中連続壁では、鉄筋籠の代わりにNS-BOXを設置することに特徴があり、それに付随して仮設備の容量、施工機械の選定、継手方式などの面において、鉄筋コンクリート製地中連続壁と相違がある。施工計画の策定にあたってはそれらの特性を十分に考慮する必要がある。標準的な施工フローを図一解 3.1.1 に、施工方法例を図一解 3.1.2 に示す。

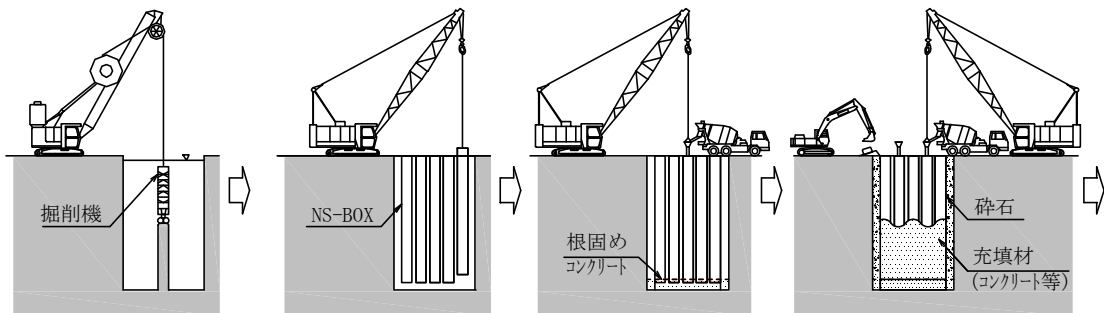
なお、本章に記述されていない事項については、第1章 総則 1.1 適用範囲【解説】に挙げた関連図書等によるものとする。



図一解 3. 1. 1 標準的な施工フロー

[ 断面図 ]

- ① 先行エレメント掘削・スライム処理      ② NS-BOX建込み      ③ 根固め      ④ 充填

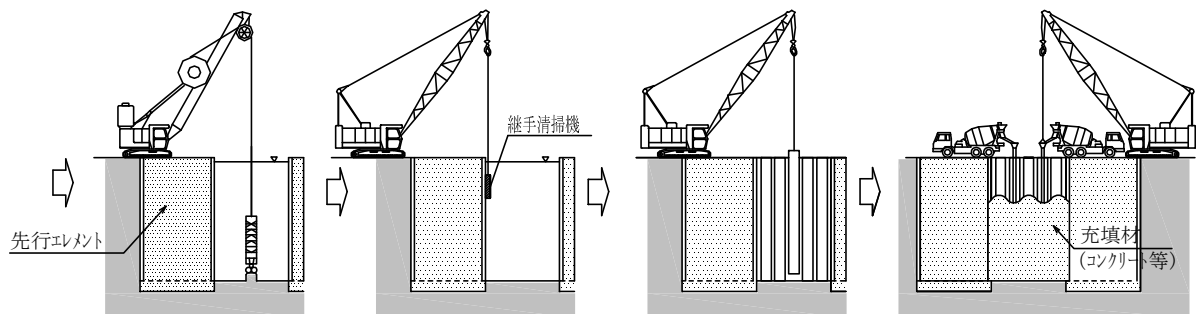


[ 拡大平面図 ]

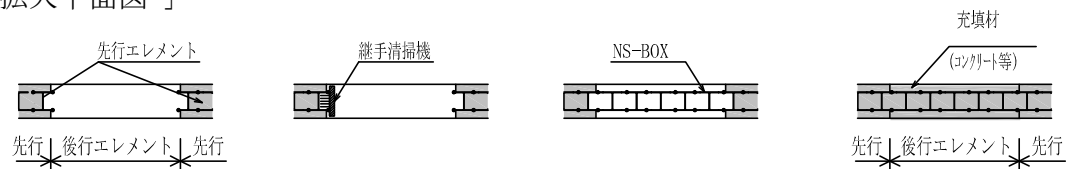


[ 断面図 ]

- ⑤ 後行エレメント掘削      ⑥ 継手清掃・スライム処理      ⑦ NS-BOX建込み      ⑧ 充填



[ 拡大平面図 ]



図一解 3.1.2 施工方法例

### 3. 2 施工準備および準備工

鋼製地中連続壁の施工準備および準備工に関しては、その施工上の特性に留意し、設計図書および施工計画書に基づいて実施する。

#### 【解説】

鋼製地中連続壁は、NS-BOX を用いることにより壁厚を薄くできるため、作業用地や安定液プラント設備等を縮減できる、鉄筋籠製作場および鉄筋材料置場が不要となる、などのメリットがある。また、NS-BOX の建込み、設置に際しては、重機の選定、適切な吊り金具の利用などに留意する。

#### (1) 作業用地の整備

作業用地、仮設道路は、大型重機の安全な稼動と仮設備の設置に配慮する。

#### (2) 埋設物および障害物の処理

事前調査により判明した地中埋設物や地中障害物は、溝壁掘削工事の支障にならないように移設・撤去などの措置を行う。撤去後、溝壁の安定を確保するため、埋戻し土のセメント処理などにより確実に復旧する必要がある。

#### (3) 給電、給水設備

給電、給水設備は、使用機械、工事規模を考慮して決定する。

#### (4) 安定液プラント設備

安定液プラント設備は、掘削機の種類、工事規模を考慮して、その構成、規模、位置などを決定する。

#### (5) NS-BOX 仮置場

受入れ、移動、鋼材寸法、建込み数量などを考慮して NS-BOX 仮置場のスペースを確保するとともに、台木、シートなどで養生を行う。

#### (6) 充填材料打込みのための設備

充填材料打込みのための設備は、使用材料、充填能力などを考慮して決定する。

#### (7) ガイドウォールの築造

ガイドウォールは鉄筋コンクリート造など堅固な構造とし、地盤の状況、上載荷重などを考慮して形状、寸法等を決定し、所定の位置に精度良く築造する。

#### (8) 作業床の築造

作業床は、重機などの走行や稼動時の作用荷重に耐える構造とする。

#### (9) 環境対策

施工場所や施工時間帯などを考慮して、安定液の飛散防止、周辺道路の汚染防止、振動・騒音などの対策を行う。

#### (10) 産業廃棄物の処理

掘削残土、廃棄汚水等は、通常、産業廃棄物として処理する。なお、これらの処理にあたっては処分地および運搬方法の確認を行うとともに、関係する法令、条例等を調査した上で行うものとする。

### 3. 3 掘削

使用する掘削機械は、施工条件、工事規模を考慮し、適切な種類の掘削機械を選定する。

- (1) 溝壁の安定に影響を与える諸条件を十分に考慮し、溝壁の安定性を確保する。
- (2) エレメント寸法およびガットの割付けは、掘削機械、掘削順序、溝壁の安定性を考慮するとともに、NS-BOX の種類、建込み手順、エレメント間継手などの条件を考慮して決定する。
- (3) 各土層条件に適した掘削速度を決定・管理し、所定の掘削精度を確保する。

#### 【解説】

- (1) 掘削機械の選定にあたっては、以下の点などに留意する。
  - ①掘削機械の適応地盤
  - ②掘削深度、壁厚
  - ③施工用地の広さ、空頭制限の有無
  - ④エレメント間継手方式
- (2) 通常、掘削開始からコンクリート打込み終了までの間は、溝壁の安定を保つため安定液を使用する。安定液は転用を繰り返すことにより、その性能が劣化するので、適宜、品質管理試験を行い、再生処理や廃棄処分処理を講じる。なお、施工条件、地盤条件などから、溝壁の安定性確保が困難とされるような場合は、地下水低下工法や地盤改良工法などの補助工法を講じる。詳細については『地中連続壁基礎工法ハンドブック施工編』（地中連続壁基礎協会編）などに準ずるものとする。
- (3) 図-解 3.3.1 にエレメント割付けの例を示す。

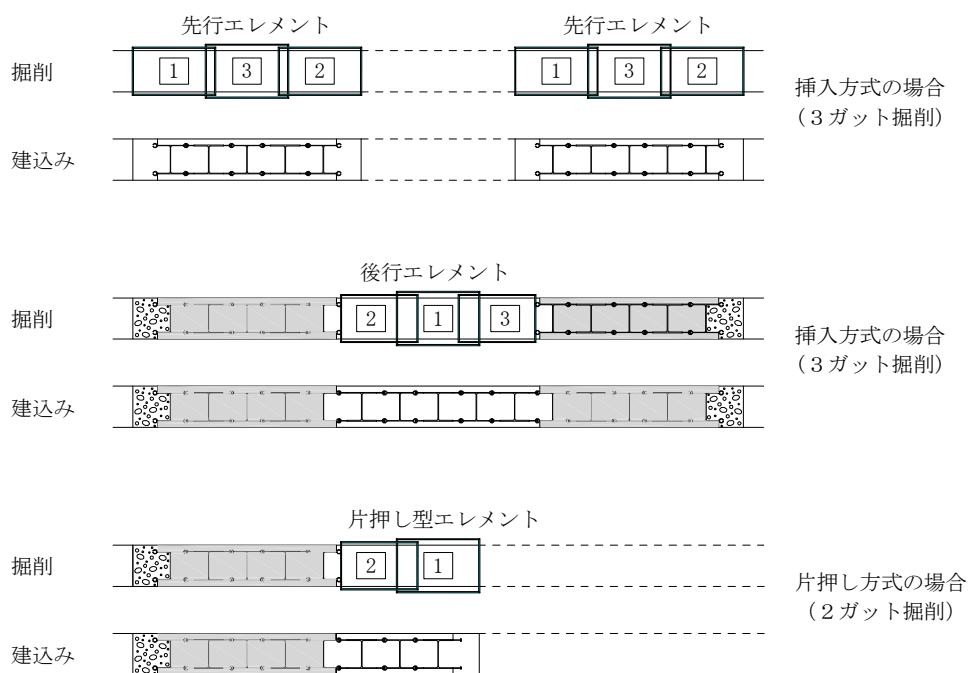
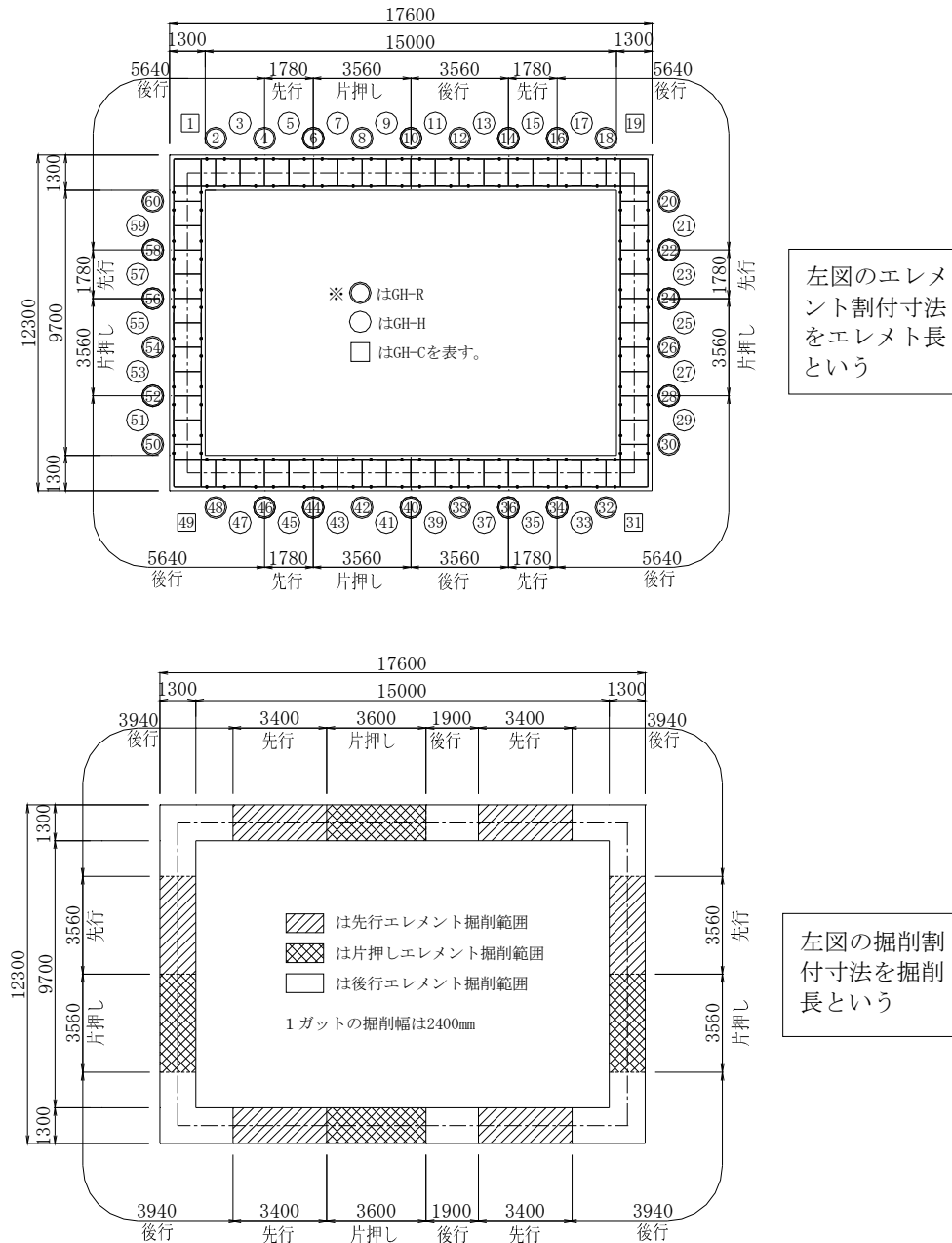


図-解 3.3.1 エレメント割付けの例

- (4) 先行エレメントの施工誤差を後行エレメントの NS-BOX で誤差吸収できるよう、後行エレメントの NS-BOX 数は5条以上で、できる限り多くすることが望ましい。図一解 3.3.2 にエレメント割付けおよび掘削範囲の例を示す。



図一解 3.3.2 エレメント割付けおよび掘削範囲例

- (5) 掘削速度は、各土層の性状に合わせて決定し、所定の掘削精度を確保できるように管理する。

NS-BOX は鉄筋籠に比べて剛性が高く、フランジ外縁部よりも嵌合継手が外側

にはみ出す形状である。このため、NS-BOX の建込み作業に支障をきたすことのないように十分注意して掘削精度を管理する。特にエレメントの境界部については、先行、後行エレメントの閉合を念頭に入れ、NS-BOX の誤差吸収可能範囲内（掘削精度 1/500 以上が望ましい）に収める。また、掘削精度は、掘削進行に伴い、適宜超音波溝壁測定機により測定し、精度が規格値を超える場合は修正掘削を行う。



### 3. 4 NS-BOX 受入れ

NS-BOX は仮置場面積、建込み順序などを考慮して受け入れる。

#### 【解説】

NS-BOX は工場製品であるため、全体工期、製作工程、着工時期、工事の進捗などを考慮に入れて注文する。また、工場より現場へ完成品を附属部品も含めて受け入れることを基本とする。さらに、嵌合継手は損傷を受けやすいので、その取扱いに注意して適正な保護措置をとる。

#### (1) 出荷

施工の進捗に応じて必要量を工場から出荷する。

#### (2) 運搬車輛への積み込み

積み込みは荷降ろし後の建込み順序、仮置場のスペースの状況を考慮して積み込む。また、嵌合継手部の変形を防ぐため、台木養生などの変形防止対策を行う。

#### (3) 運搬

運搬には現場までの道路状況等を考慮してトレーラー、トラックなどの車輛を使用する。宵積み、早朝走行を基本とし、現場作業開始前に搬入する。

#### (4) 受入れ検査

受入れ時に、規格、本数、寸法、変形の有無および添接板やボルトなどの附属部品の確認を行う。

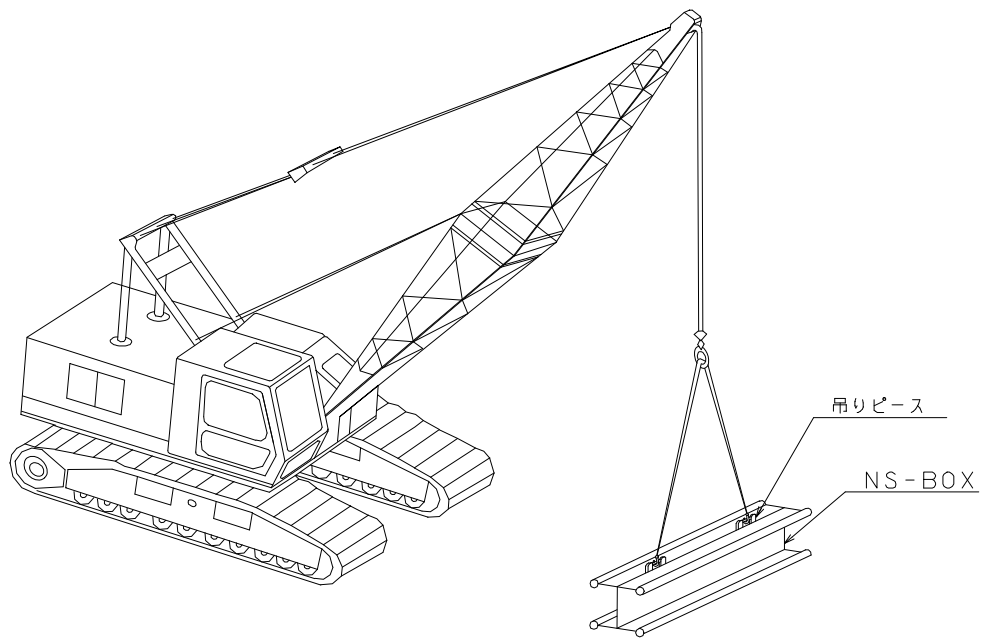
#### (5) 荷降ろし

荷降ろし時は、嵌合継手部に変形を与えないように、吊り方法などに十分注意する（図-解 3.4.1）。

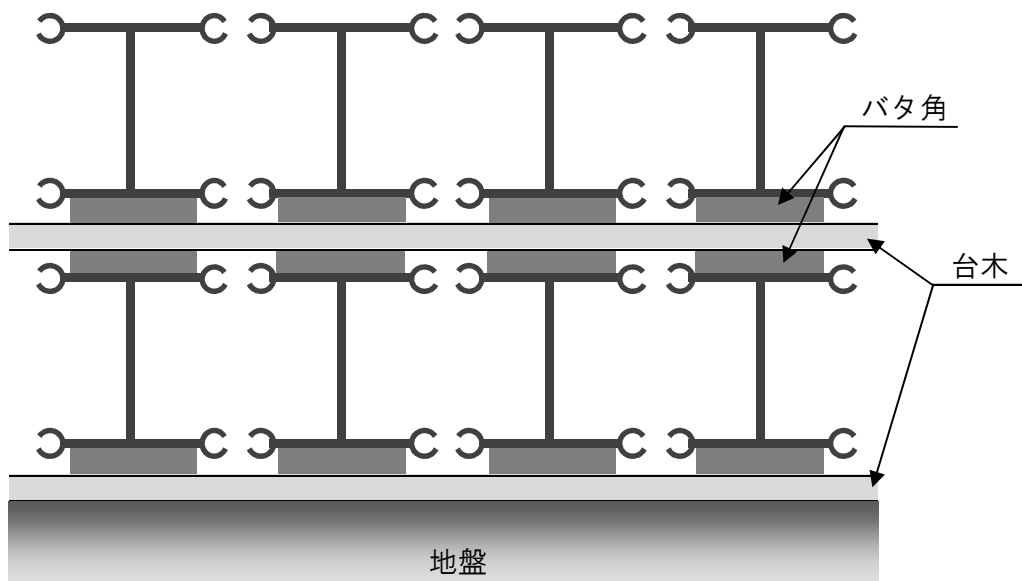
#### (6) 仮置き

仮置きは、現場作業の支障にならないような場所を選び、順序よく取り出せるように置く。現場では一般的に2段積みとする。3段以上積む場合は、荷崩れ防止と変形防止対策を講じる。

台木養生による仮置き例を図-解 3.4.2 に示す。台木は継手部に当たらないようにして3～5mピッチに配置するとよい。



図一解 3.4.1 荷降ろしの例



図一解 3.4.2 仮置き方法の例

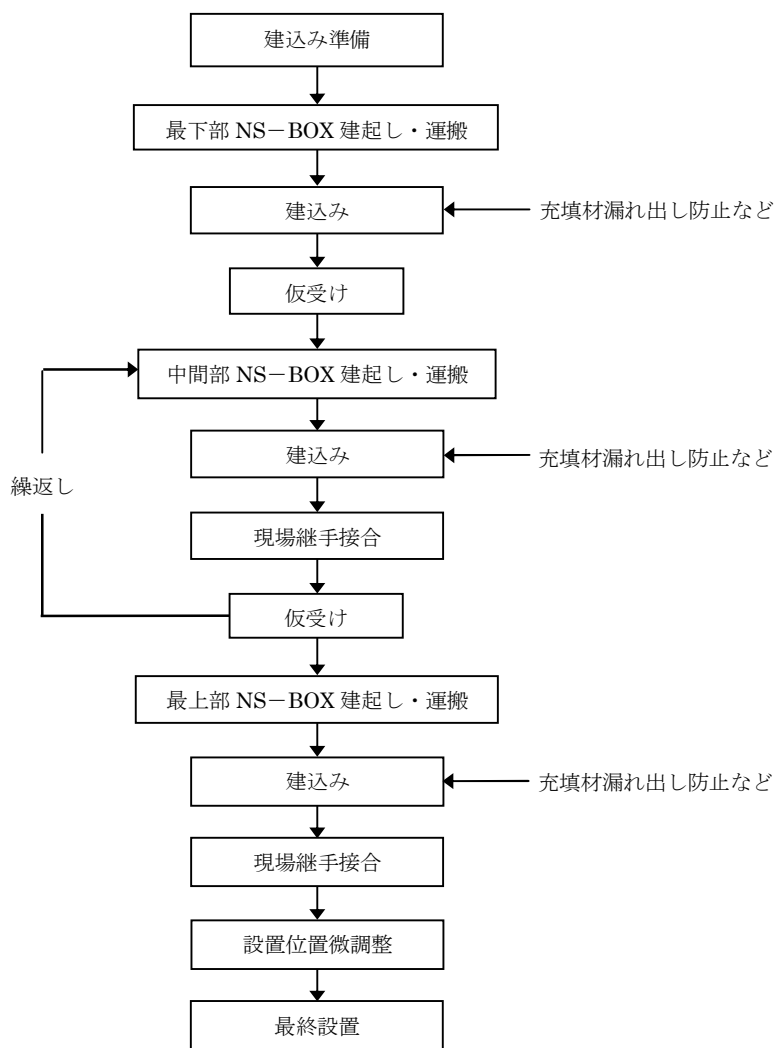
### 3. 5 NS-BOX 建込み

#### 3. 5. 1 事前検討

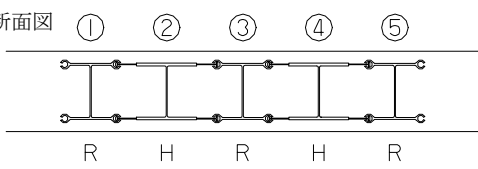
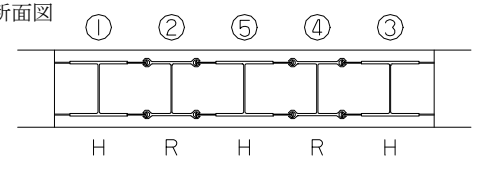
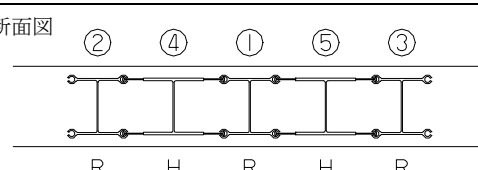
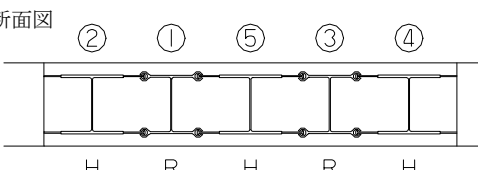
- (1) NS-BOX の建込み手順、設置順序は、設置精度、施工能率、工期などに影響するので事前によく検討する。
- (2) クレーンの選定においては諸条件をよく考慮する。
- (3) 安全、確実かつ精度良く NS-BOX を建込むため、吊り金具、吊りワイヤー、仮受け治具、最終吊り金具等の建込み用治具は、適切なものを準備する。
- (4) NS-BOX の建込みに際しては、次工程にも配慮する。

#### 【解説】

- (1) NS-BOX の標準的な建込み手順を図一解 3. 5. 1 に示す。また、NS-BOX の設置においては、嵌合継手形状を考慮し、原則として C 継手を持つものが先行して建て込まれるようにその順序を決定する。図一解 3. 5. 2 に標準的な建込み順序を示す。



図一解 3. 5. 1 NS-BOX の標準的な建込み手順

エレメント種別	片押方式
先行	断面図 
後行	断面図 
エレメント種別	挿入方式
先行	断面図 
後行	断面図 

図一解 3.5.2 標準的な建込み順序

NS-BOX は1セット、すなわち部材全長を建て込んだ後、隣接する NS-BOX を建て込む。また、NS-BOX は、図一解 3.5.2 に示す順序で建て込むことが一般的である。しかしながら、状況により、後行エレメントは下部材を全て建て込んだ後、中部材、上部材を順に閉合しながら建て込む場合もある。

仮設時に土留めとしての根入れ長が必要な場合、NS-BOX の下部にH形鋼を使用することがある。この場合は事前にH型鋼を NS-BOX に取り付けてから建て込む。

- (2) 建込みに使用するクレーンは、NS-BOX の寸法、重量、吊り治具、現場条件などを考慮するとともに、建起し時および精度改善のための一時引き上げなども考慮し、余裕のあるブーム長、吊り能力のあるものを選定する。
- (3) NS-BOX の設置精度確保のため、建込み順序、吊り方法、現場継手方法、仮受け方法などをよく検討し、必要に応じて誤差吸収方法についても検討する。吊り上げ時のバランスが問題となるので、重心位置で吊れるように検討する。
- (4) 充填時のトレミー、注入パイプ等の設置スペース確保、充填材の側圧による NS-BOX の移動・変形防止、充填材漏れ出し防止などについても検討する。

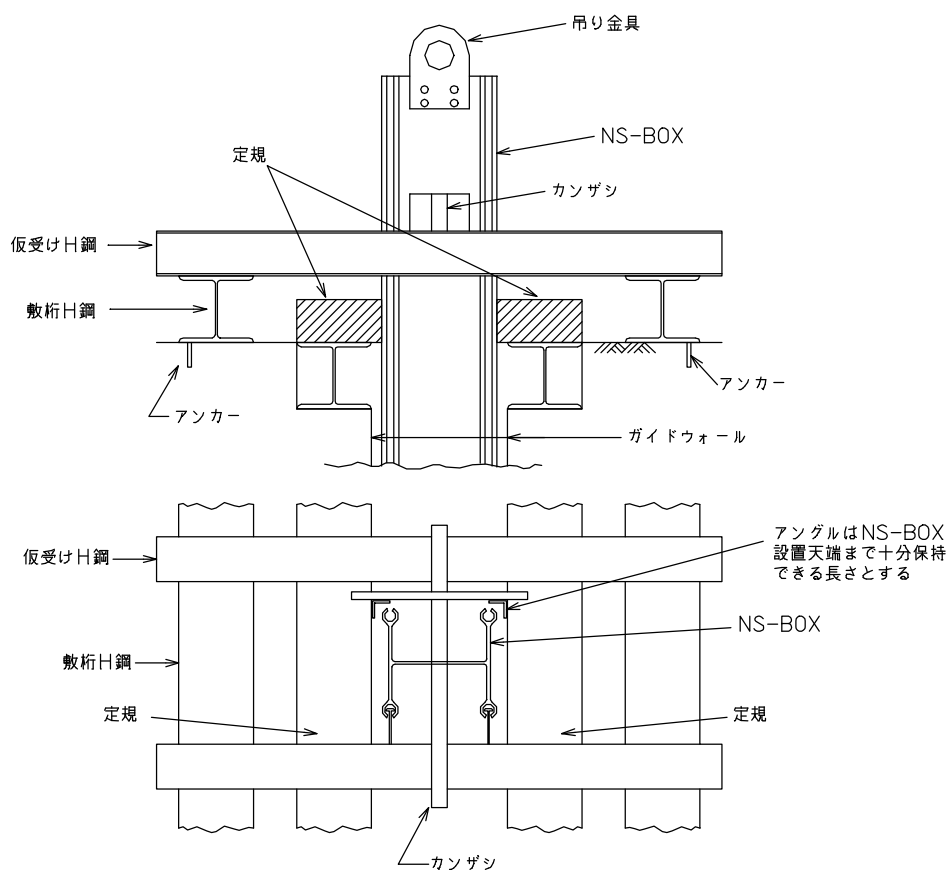
### 3. 5. 2 建込み準備

建込みに先立ち、円滑に作業が進められるように十分に準備を行う。

#### 【解説】

##### (1) 建込み定規

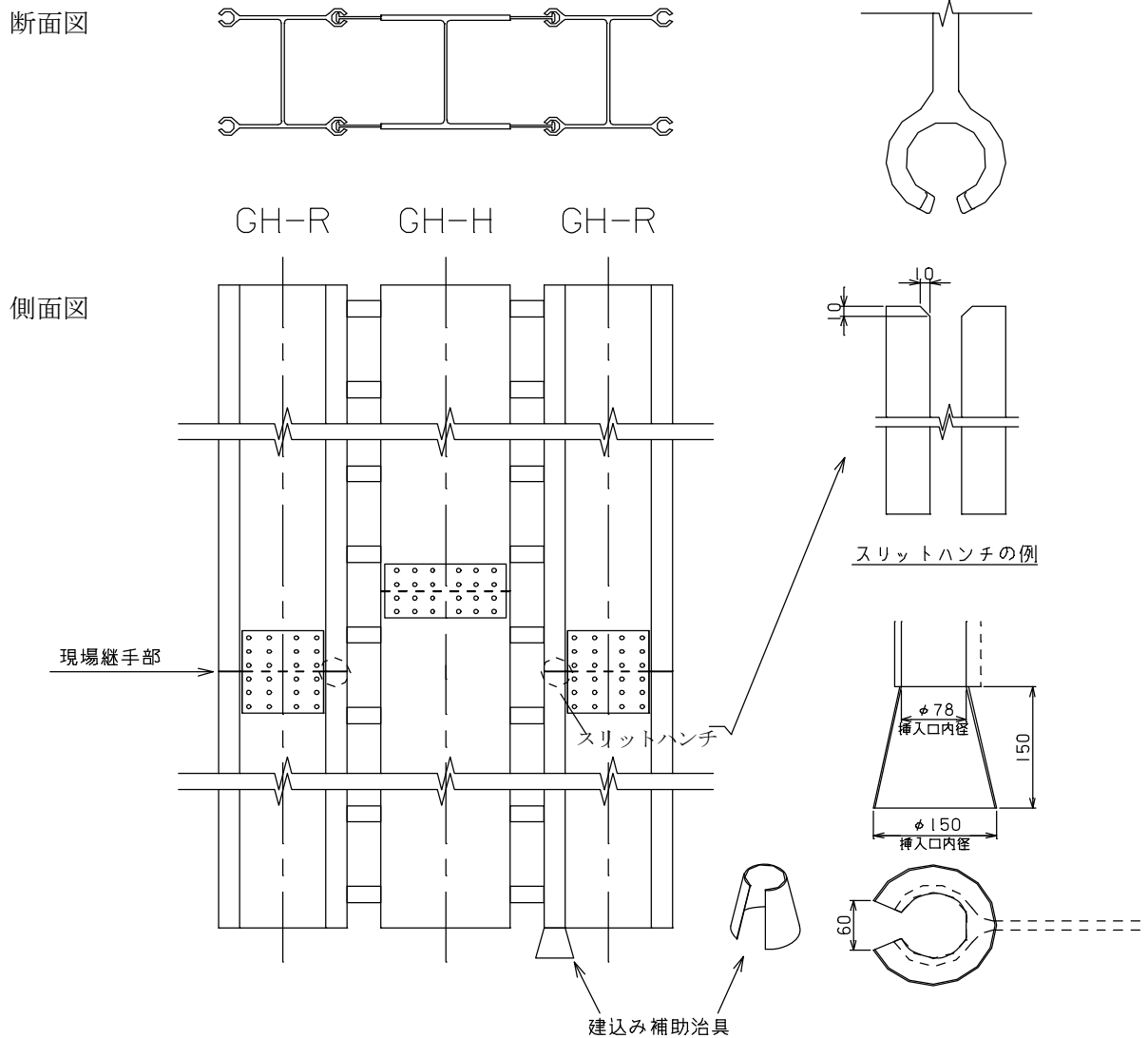
事前にガイドウォールに設置位置の墨出しをしておき、敷桁および定規をセットする。図一解 3.5.3 に敷桁および定規の設置例を示す。定規の設置精度は±5mm 以下を目標とする。



図一解 3.5.3 敷桁および定規の設置例

##### (2) 嵌合継手部の加工

建込みに際して図一解 3.5.4 に示すような嵌合継手スリット部にスリットハンチを設けるとよい。

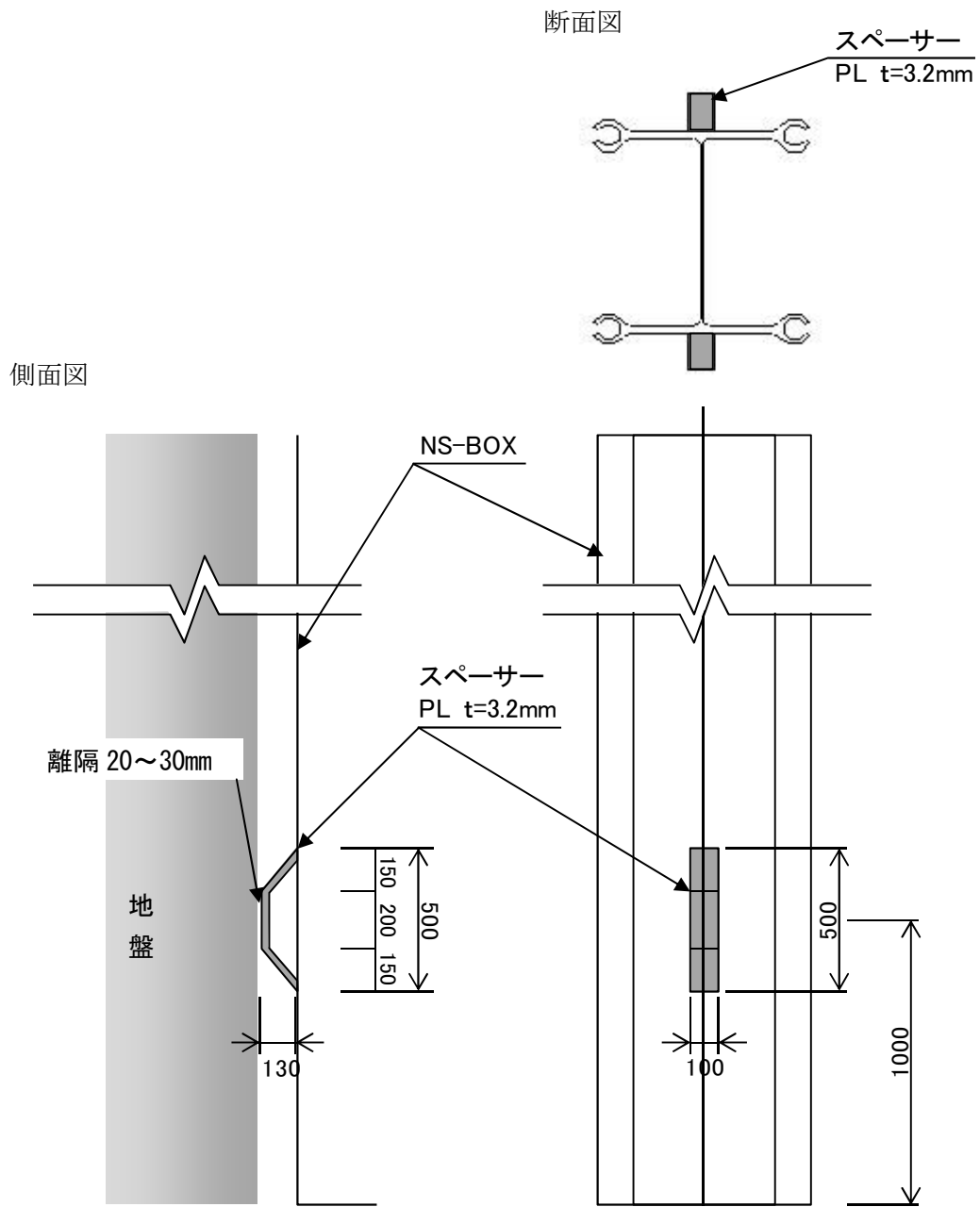


図一解 3.5.4 スリットハンチの加工例 (GH-R タイプ)

(3) スペーサー

NS-BOX の変位防止、かぶりの確保および溝壁保護のため、NS-BOX の両フランジ面に、図一解 3.5.5 に示すようなスペーサーを取り付ける。スペーサーは、一般に最下端部材に取り付ける程度でよいが、掘削精度によっては取付け位置を増やすことを検討する。例えば、溝曲がりして溝が広がった所にスペーサーを取り付けてもその役目を果たさない。スペーサーは、建込む前に取り付けるのを基本とするが、あらかじめ取り付けられない場合には、建て込みながら取り付けるものとする。

なお、スペーサーの外表面と溝壁面との離隔は、20~30mm の余裕をとることを標準とする。



図一解 3.5.5 スペーサーおよび取付け例

### 3. 5. 3 建込み

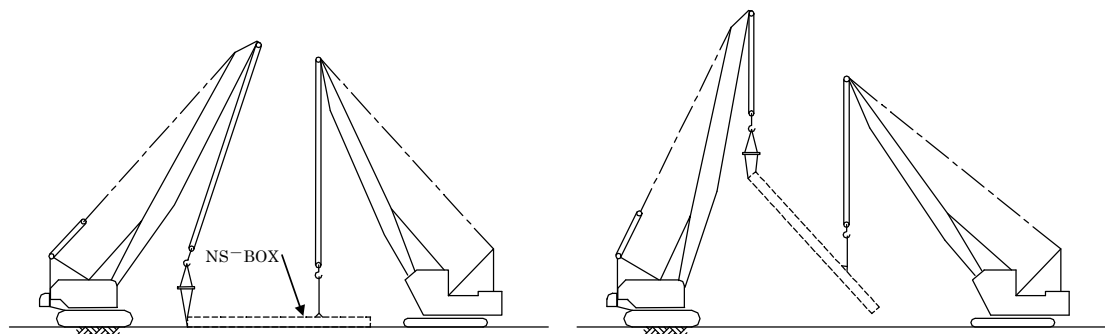
- (1) NS-BOX の運搬、建起しの際は、専用吊り金具などを利用して安全確保に配慮する。
- (2) NS-BOX の建込みは、鉛直精度の確保、溝壁保護などを考慮して行う。
- (3) 仮受けは、ウェブまたはフランジ開口部にカンザシを通すか、ブラケットを利用する。
- (4) NS-BOX の上下方向の現場継手接合では、所定の上下の鉛直精度を確保して施工する。
- (5) NS-BOX の最終設置は、基本的にウェブを開けたボルト穴に最終吊り金具を取付け、壁心方向と直角方向に受ける。

#### 【解説】

- (1) NS-BOX を吊り上げるときは、NS-BOX 部材頭部の現場接合用ボルト穴を利用して取り付けられた吊り金具と下部吊り金具を用いて、クレーン2台相吊りで徐々に建て起こしていき、最終的に鉛直にする。建起し手順を図一解 3.5.6 に示す。建込みは鉛直精度の確保と安全のため、NS-BOX の重心を吊れるように吊り金具等に配慮する。

最上段 NS-BOX の建起し時には、吊り金具として、本設置用の最終吊り金具をそのまま使用してよい。この場合は、最終吊り金具に十分な強度、剛性を持たせて、吊り上げ時の吊り金具の変形を防止することが肝要である。

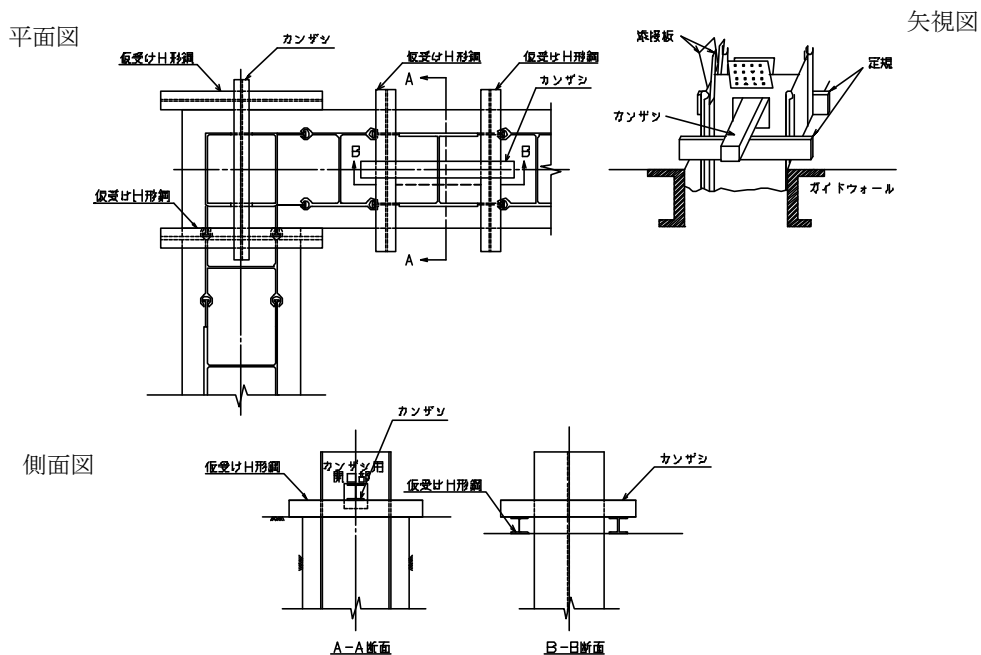
空頭制限のある場合の建込み例を図一解 3.5.7 に示す。



図一解 3.5.6 建起し手順







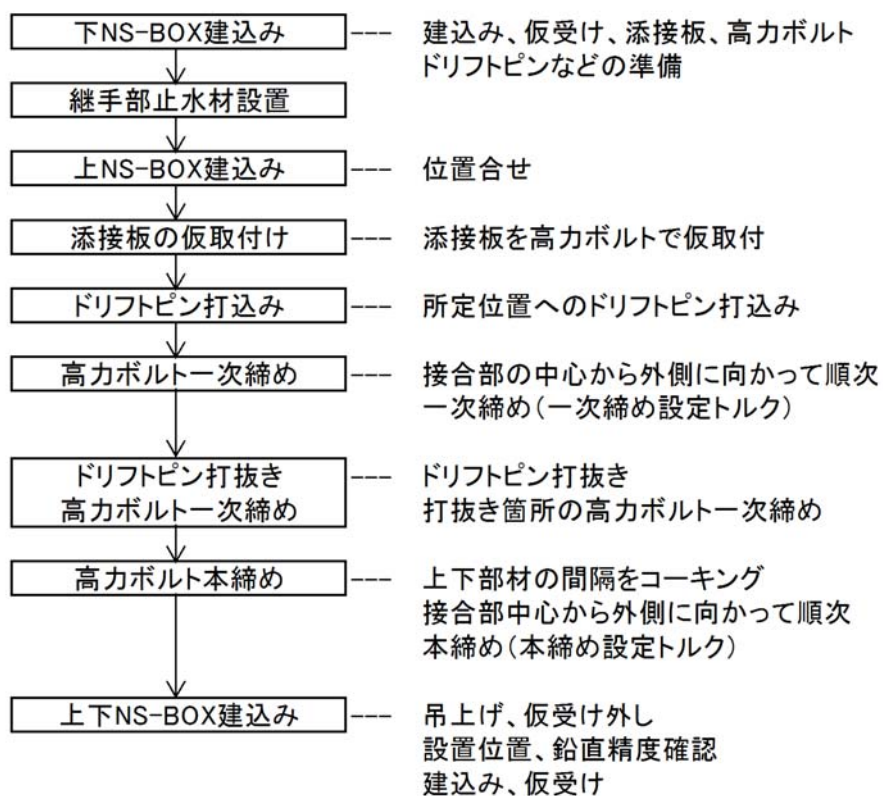
図一解 3.5.8 NS-BOX の仮受け状況

- (4) NS-BOX の施工では現場継手位置での鉛直精度の確保が重要である。鉛直精度を確保する方法としては、ボルト孔に現場でドリフトピンを打ち高い精度を出す方法と、現場で2 m程度の直線定規をNS-BOXに当てる簡易的な方法があるが、一般的には前者の方法を採用している。

図一解 3.5.9 に現場継手の詳細手順を、図一解 3.5.10 にボルト接合の場合のドリフトピン打込み位置および高力ボルト締付け位置の例を示す。ボルトは片側から締付けができ、トルク管理の容易なトルシア型高力ボルトを使用するとよい。ボルト締めは、各ボルトに均等なボルト軸力を伝達するため、1次締め、本締めの2段階とし、接合の中心から外側へ順次締め付けるようにする。

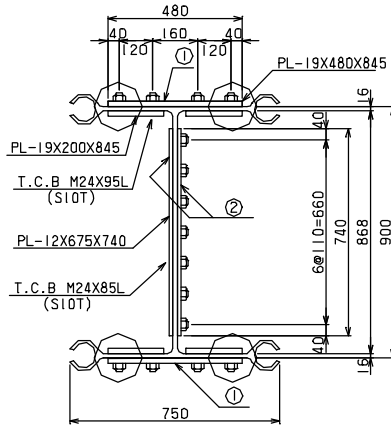
なお、現場継手の隙間は止水材（コーキング材）などを充填して、止水性を確保する。特に先行エレメント端部のNS-BOX現場継手からのコンクリートの流出防止は重要である。

コーナー部材は、一般的な部材と異なるため、建込み方法、仮受け方法、ジョイント方法等十分検討する必要がある。

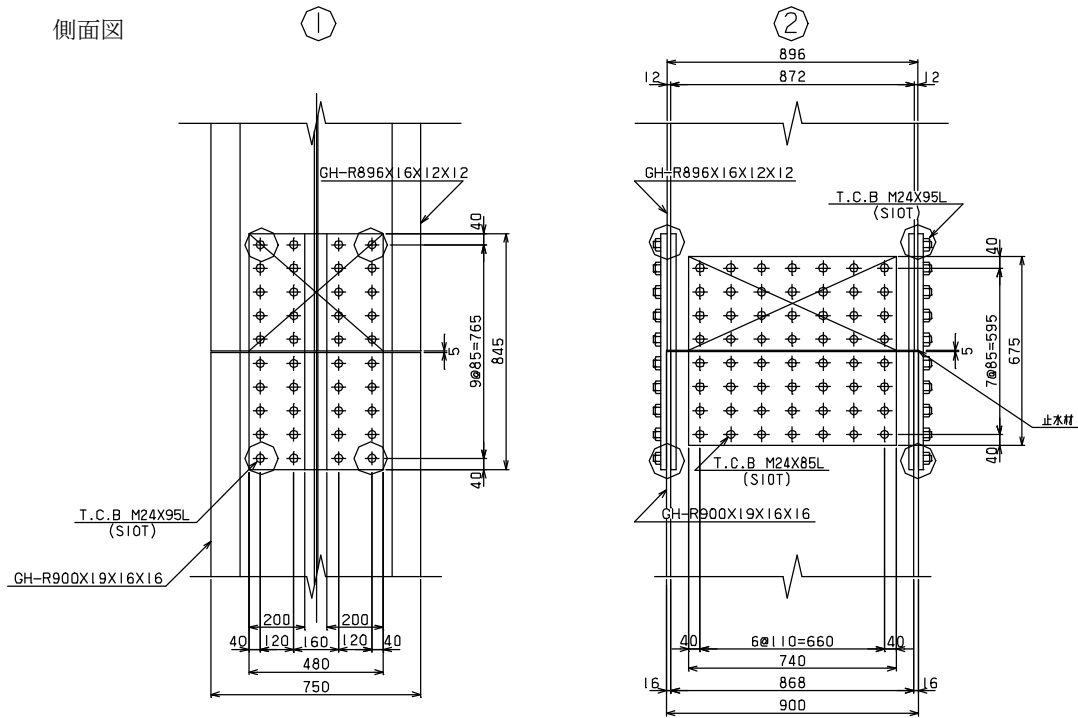


図一解 3.5.9 現場継手の詳細手順

断面図



側面図



GH-R タイプ

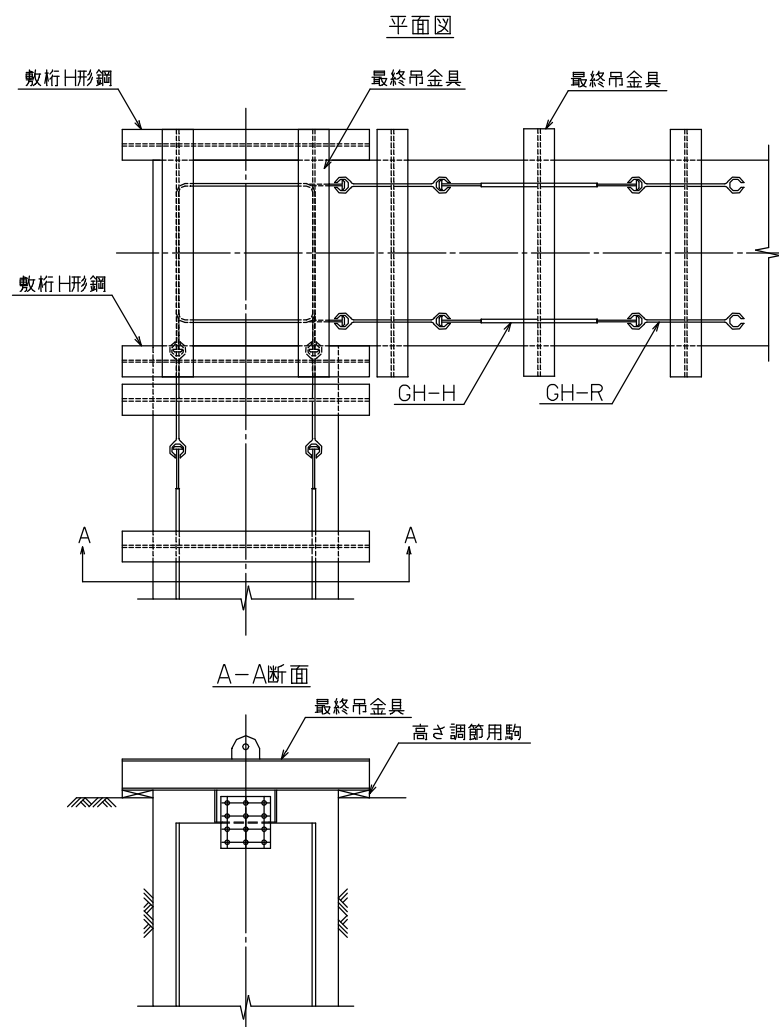
(○印は、ドリフトピン打込み位置を示す)

図一解 3. 5. 10 ドリフトピン打込み位置および高力ボルト締付け位置

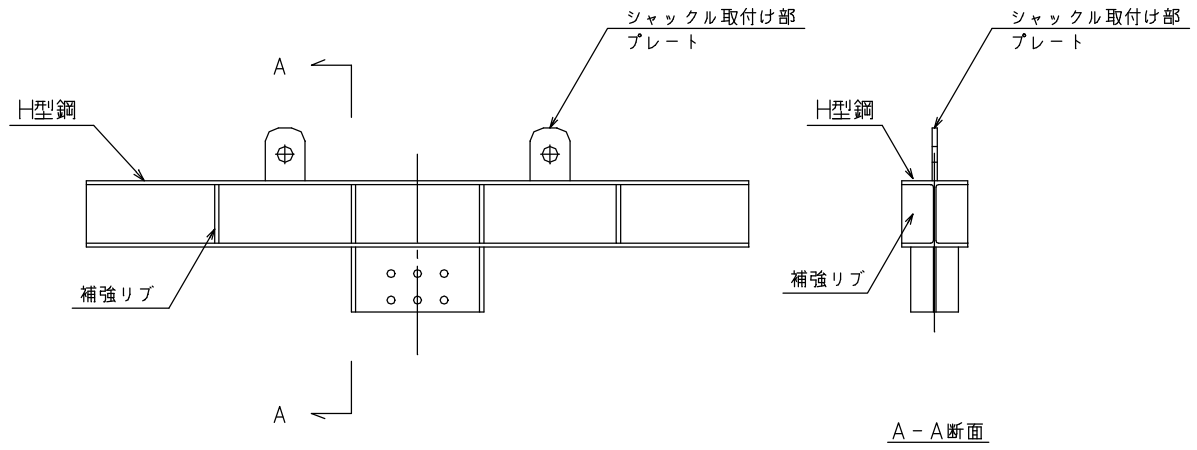
- (5) NS-BOXの墨出しを基準として、変位が生じないように溶接などにより最終吊り金具と敷桁を固定する。特にコンクリート打込み方式の場合、打設中のコンクリート圧力により先行エレメント端部のNS-BOXが変位することがあるので、NS-BOX頭部を十分固定しておくことが望ましい。

高い精度が求められる基準部材のNS-BOXおよび端部のNS-BOXについては、建込み完了直前、完了後に、超音波測定器を用いて建て込み精度の確認を行い、NS-BOXの絶対的な変位および隣接するNS-BOXとの相対的な位置関係を把握する。なお、建込み後の精度確認で修正が必要と判断される際には、NS-BOXを引き上げ、クレーンにより所定の方法に若干偏心させて再度建て込むなどの方法をとる。

各NS-BOXの最終吊り金具設置例を図一解3.5.11に、最終吊り金具の形状例を図一解3.5.12に示す。最終吊り金具の位置は、部材重心とすることが望ましい。



図一解 3.5.11 最終吊金具設置例



図一解 3.5.12 最終吊り金具形状例

### 3. 6 エレメント間継手

エレメント間継手は、所定の機能を満足するとともに、施工の支障とならないように配慮する。

#### 【解説】

エレメント間継手には、エレメント間を構造的に結合する（NS-BOX を横つなぎする）場合と結合しない場合がある。

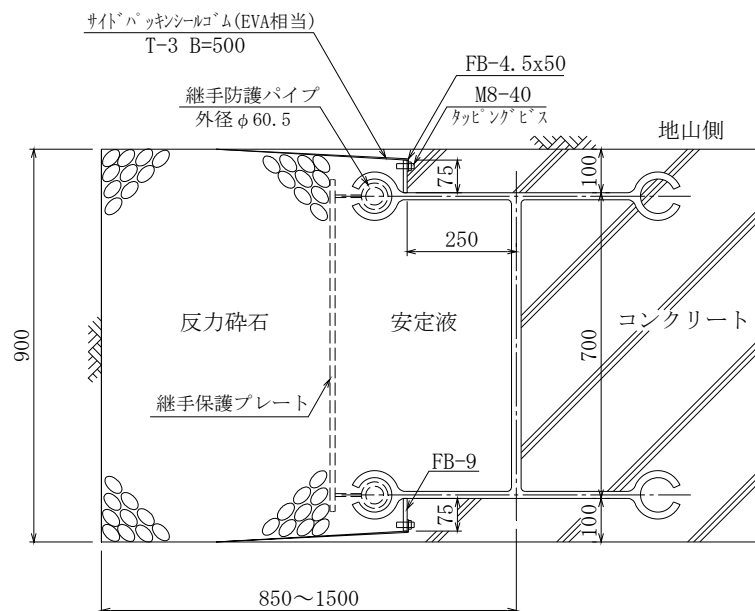
#### (1) 継手形式

##### 1) エレメント間を結合する場合

エレメント間を嵌合継手で結合する場合、先行、後行の各エレメントは、以下のような要求を満足する必要がある。

- ① 先行エレメント端部部材は、先行エレメントのコンクリート打込み時にコンクリートの圧力による移動、変形等を起こさない。
- ② 先行エレメントのコンクリート打込み時に、コンクリートがエレメント間継手部に漏れ出さない。
- ③ 後行エレメント掘削に支障がなく、嵌合継手部などに損傷、変形を与えない。
- ④ 後行エレメントの NS-BOX 建込み前に、継手部の洗浄、スライム処理を確実にを行う。

図一解 3. 6. 1 は、NS-BOX にゴムシートを取付け、コンクリートの漏れ出しを防止する方法の例である。



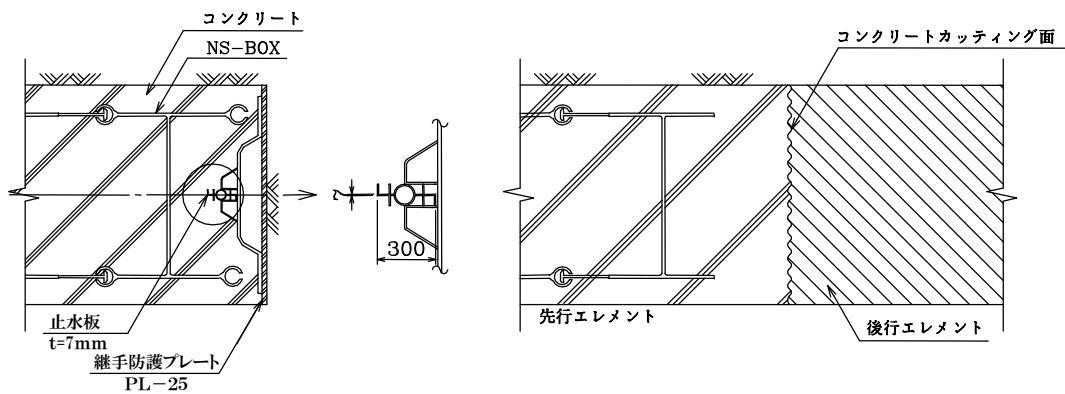
図一解 3. 6. 1 コンクリート漏れ出し防止方法の例

##### 2) エレメント間を結合しない場合 (図一解 3. 6. 2 参照)

この方式は、止水板方式とコンクリートカッティング方式がある。連壁掘削機が水平多軸方式の場合はコンクリートカッティング方式が可能であるが、それ以外は止水板方式を採用する。

エレメント間を結合しない場合、先行、後行の各エレメントは、以下のような要求を満足する必要がある。

- ① エレメント間の止水性を確保する。
- ② NS-BOX が打込み時のコンクリート圧力により移動しないようにする。



a) 止水板方式

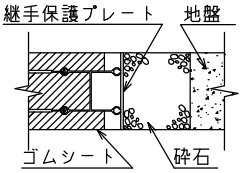
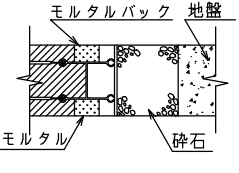
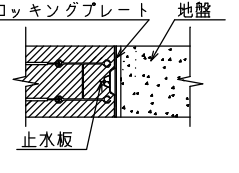
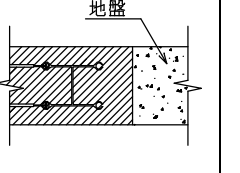
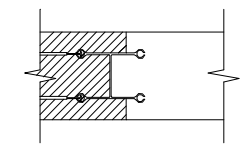
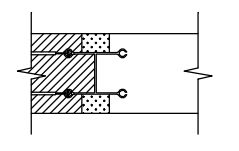
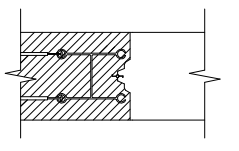
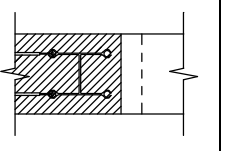
b) コンクリートカッティング方式

図一解 3.6.2 エレメント間継手の例

表一解 3.6.1 に標準的なエレメント間継手の施工方法の例を示す。

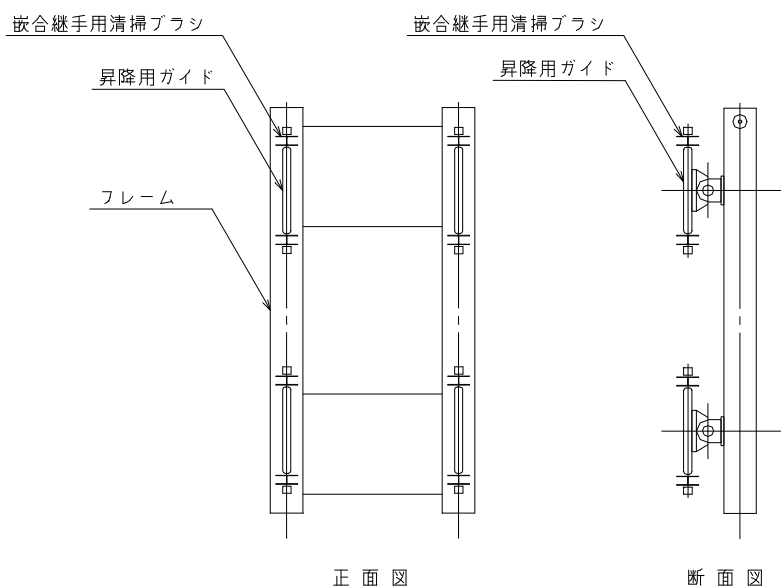


表一解 3.6.1 標準的なエレメント間継手方法とその概要

鋼製連壁部材 連結の有無		有		無	
名 称		ゴムシート + 継手防護プレート方式	モルタルバッグ + 継手防護プレート方式	止水板方式	コンクリートカッティング方式
施 工 方 法 概 要 (上段：先行エレメント) (下段：後行エレメント)		 <p>継手防護プレート建込み 根固めコンクリート打込み 充填材充填，砕石投入</p>	 <p>継手防護プレート建込み 根固めコンクリート打込み モルタルバッグ内モルタル注入 充填材充填，砕石投入</p>	 <p>ロッキングプレート建込み 根固めコンクリート打込み 充填材充填</p>	 <p>充填材充填</p>
		 <p>後行エレメント掘削 継手防護プレート引抜 継手清掃，スライム処理</p>	 <p>後行エレメント掘削 継手防護プレート引抜 継手清掃，スライム処理</p>	 <p>後行エレメント掘削 ロッキングプレート引抜 スライム処理</p>	 <p>後行エレメント掘削 (充填材切削) スライム処理</p>
継 手 構 造	反力機能 (変形防止)	継手防護プレート と砕石	モルタルバッグ と砕石	地盤	地盤
	充填材漏れ出 し防止	ゴムシート	モルタルバッグ	—	—
	底部からの充 填材漏れ出し 防止	根固めコンクリート	根固めコンクリート	—	—
備 考		最も実績の多い方式である。	掘削溝の崩壊がある場合に適用される。	海外では一般的な施工法である。	充填材を切削できる掘削機のみ適用可能

(2) 継手部の清掃

通常の鉄筋コンクリート製地中連続壁と同様に、溝底のスライムなどの沈殿物および端部 NS-BOX の嵌合継手部分、鋼材面などの付着物を必要に応じて洗浄するものとする。洗浄用清掃機はブラシタイプ、水ジェットタイプ、併用タイプなどがある。図一解 3.6.3 に清掃機の例を示す。清掃機はクレーンなどを利用して NS-BOX の嵌合継手をガイドにして上下させる。



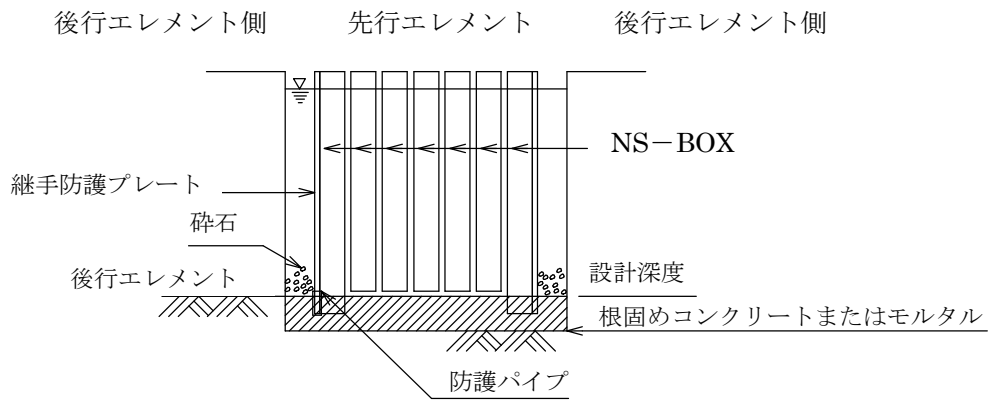
図一解 3.6.3 継手清掃機の例

(3) 充填コンクリート漏れ出し防止対策

先行エレメント端部のコンクリートの漏れ出し防止対策は、基本的には先行エレメント端部のウェブを仕切り板として兼用できる。

NS-BOX 部材の接合時には、下部材のウェブ、フランジの上端面にコーキング材を塗布して漏れ出し防止措置を講じる。

継手防護パイプは根固めコンクリート部に入らないようにする。また、底部からの漏れ出しを防止する方法としては、根固め（底ブタ）コンクリートを 1 m 程度打設する方法などがある。根固めの施工例を図一解 3.6.4 に示す。



図一解 3.6.4 根固めの施工例

### 3. 7 充填

#### 3. 7. 1 使用する充填材

使用する充填材としてはコンクリート、安定液固化物（泥水固化物）などを用途に合わせて使用する。

#### 【解説】

##### (1) 充填材

充填材として、一般部はコンクリートまたは安定液固化物（泥水固化物）を、根固め部はコンクリートまたはモルタルを用いる。表一解 3. 7. 1 に充填材の種類のを示す。

表一解 3. 7. 1 使用する充填材の種類

コンクリート	「コンクリート標準示方書」（土木学会） 場所打ち杭および地中連続壁に使用する水中コンクリート および本指針（案）で規定する各種コンクリート
安定液固化物 （泥水固化物）	安定液に固化材を添加して固化したもの

水中での充填は、トレミーなどを使用して自然流動だけで行われるため、コンクリートなどの充填材の流動性低下防止が非常に重要となる。NS-BOX の形状は隔室構造に近いので、十分に流動性がある充填材を使用する必要がある。継手内部も含めた充填性を確保できる流動性として、これまでの充填性試験の結果から、一般部かぶり 150mm の場合スランプフロー値が 500mm 以上、一般部かぶり 100mm の場合スランプフロー値が 600mm 以上とする。

なお、コンクリート標準示方書では、スランプの範囲は 180～210mm が標準（下限値は流動性、上限値は材料分離防止から設定）であるが、設計規準強度が 50N/mm<sup>2</sup> を超える場合には充填性のためスランプフローで管理し、500～700mm の範囲に設定すると規定している。この点からも、富配合で、かつ流動化剤（高性能 A E 減水剤）を使用したコンクリート、あるいは水中不分離性混和剤を使用したコンクリートについては、所要の品質を確保できることを確認したうえで、スランプフローにより流動性を管理する（スランプが 210mm を越えるものを使用してよい）。また、嵌合継手内への充填性を考慮して粗骨材の最大寸法は 25mm 以下（20mm 以下とすることが望ましい）とする。なお、水中コンクリートであるため、単位セメント量は 350kg/m<sup>3</sup> 以上とする。

安定液固化（泥水固化）工法は、ベントナイトを主材とする安定液にセメントなどの固化材を添加、混合するもので、掘削安定液をそのまま使用する場合が多い。

##### (2) 配合例

NS-BOX タイプ別の標準的なコンクリート配合の一例を参考 7 に示す。なお、配合については、事前に配合試験を行い、強度特性を確認する。

安定液固化（泥水固化）配合は、固化材としてセメントおよびセメント系固化材など、増量材として砂、粘土など、添加剤として凝結遅延剤などを用いることが一般的である。

### 3. 7. 2 コンクリートの打込み

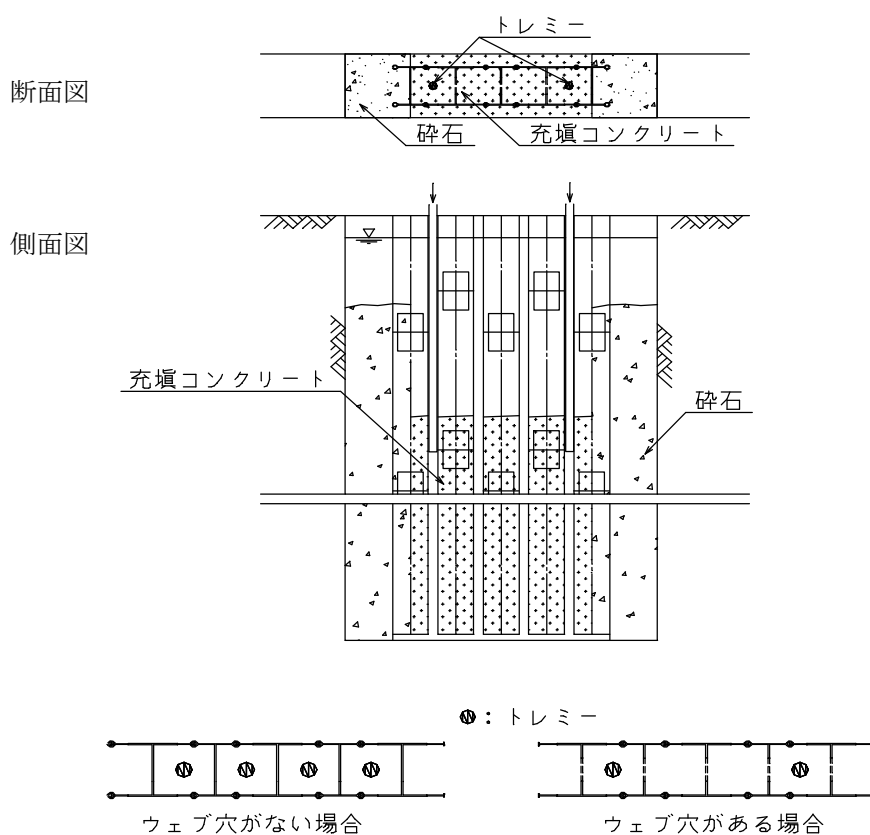
コンクリート打込みは、トレミー工法を標準とする。

#### 【解説】

コンクリートの打込みに際しては以下のような点に留意して施工するものとする。

- (1) 打込みに先立ち、ミキサー車の通路確保、安定液の回収槽などを準備する。また、コンクリート打込み圧力により NS-BOX が移動しないように、確実に NS-BOX の天端を固定しておく必要がある。先行エレメント両端の NS-BOX 天端を溝形鋼などにより相互に連結しておくなどの対策も考えておく。
- (2) コンクリートは連続して打込み、トレミー先端は、絶えずコンクリート内に 1.5m 以上の貫入深さを保ち、安定液がコンクリートに混入しないように管理する。
- (3) トレミーの径は 200mm 以上あることが望ましい。
- (4) トレミーの配置は、NS-BOX の形状、構造を考慮した上で決定する。トレミーによるコンクリート打込みの概要を図一解 3.7.1 に示す。

ウェブに開口のない NS-BOX の場合、トレミーは NS-BOX 部材の隔室ごとにトレミー 1 本を配置する。一方、ウェブ部に開口をもつ NS-BOX の場合、トレミーは NS-BOX 部材間の隔室 2 個以下ごとに 1 本配置し、さらにエレメント両端の隔室には必ず 1 本配置する。



図一解 3.7.1 コンクリート打込み時のトレミー配置

- (5) NS-BOX は構造上、継手部である程度の嵌合余裕があるため、打込み中に NS-BOX の変形、変位が生じないように天端位置管理、打上り速度に注意する（2.4.8 構造細目参照）。一般に先行エレメントのコンクリート打込み速度は 5 m/時間以下とするが、あまり遅すぎるのも適当でない。

反力材として砕石を投入する場合、コンクリート打込みレベルよりも砕石を高くしておく必要がある。一般に砕石の高さはコンクリートレベルよりも 5 m 程度高い状態で管理するとよい。

- (6) コンクリート、モルタルの打込みロスに相当する割増し率の目安は 5 % とする。ただし、打込み対象地盤が緩い砂層や砂礫層などの場合および溝壁の肌落ちが予想される場合には、別途、割増し率を設定する。
- (7) コンクリートを安定液中に打込むと、安定液と接する天端付近では、安定液と反応したり沈殿物をまき込んだりして、所要の品質を満足できていない可能性があるため、一般に 500mm 以上の余盛りを行う。

### 3. 7. 3 根固めコンクリートの打込み

根固めコンクリートの打込みは、3. 7. 2 コンクリートの打込みに準ずる。

#### 【解説】

コンクリートの底部からの漏れ出し防止および鋼材の固定を目的とした根固めコンクリートの打込みに際しては、3. 7. 2 コンクリートの打込みおよび以下の点に留意して施工するものとする。

- (1) 根固めの厚さは1000mmを標準とし、エレメント端部のNS-BOXの先端根入れは300mm以上とする。
- (2) 根固めコンクリートは、打込み量が多すぎて設計上の根固め天端より高くなったり、不足して継手底部が十分閉鎖しなかったりしないよう留意する。コンクリート打込み時は、トレミーの引き抜き時に管内に残ったコンクリートが落下して根固め量（厚さ）が増加しないよう、また安定液が劣化してコンクリート充填不良とならないよう注意する。
- (3) 根固めコンクリート打込みの際、NS-BOX先端が移動し、後行エレメントへのNS-BOX建込みに支障をきたすことがある。このため、NS-BOX先端に山形鋼や棒鋼を取付け、地盤にアンカーする移動防止策などが必要である。



### 3. 7. 4 安定液（泥水）固化

安定液（泥水）固化は、所要の品質が確保できるように、施工法、仕様などを十分に検討する。

#### 【解説】

安定液（泥水）固化の方法には、①原位置攪拌工法、②自硬性工法、③置換工法などがあり、現場条件、工事規模などの条件により使い分けている。

各工法の概略の方法を表一解 3. 7. 2 に示すが、強度、止水性など設計で期待される品質を確保できる工法により施工することとする。また、各工法によりプラント設備容量、配合、施工性などに大きく違いがあるため、十分な検討が必要である。

表一解 3. 7. 2 安定液固化（泥水固化）工法の概略施工法

工法名称	概略施工手順	施工概要
原位置攪拌		安定液で掘削後、任意時期にペースト状や粉状の固化材を加えて、原位置でエアブローなどにより混合、攪拌して固化する。
自 硬 性		掘削当初より、硬化遅延性をもたせた固化材を混合した安定液を用いて施工するもので時間の経過とともに固化が進行する。
置 換		安定液で掘削後、任意時期に陸上でプラント練りした固化液を注入管により注入し、溝底より安定液と置換して固化する。

さらに、安定液（泥水）固化も、コンクリート、モルタル打込みと同様に、NS-BOXが隔壁に近い構造になっていることに注意し、材料が溝内全体に均一に行きわたるように固化材の配合、施工方法、攪拌あるいは置換設備について十分に検討する必要がある。

---

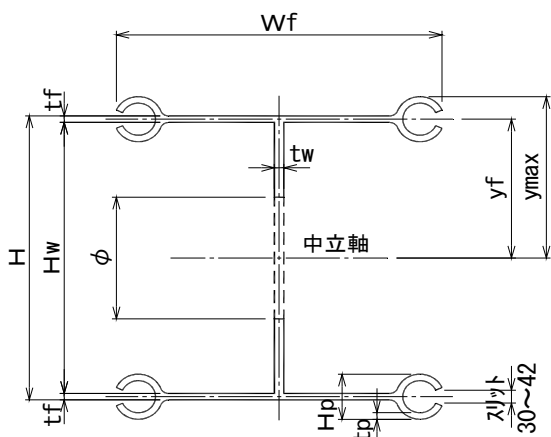
# 付 録

付録1 GHの断面性能表

GH-RとGH-Hの等価フランジ断面对比表

GH-R (フランジ幅 × 継手高 × フランジ厚 × 継手厚)	断面積 (mm <sup>2</sup> )		GH-H (フランジ幅 × フランジ厚)	断面積 (mm <sup>2</sup> )	
	1枚当り	1 m当り (@950mm)		1枚当り	1 m当り (@950mm)
747 × 105.3 × 10 × 10	11570	12180	750 × 16	12000	12630
749 × 107.0 × 12 × 12	13110	13800	750 × 19	14250	15000
749 × 109.0 × 14 × 14	15500	16320	750 × 22	16500	17370
749 × 111.0 × 16 × 16	17200	18110	750 × 25	18750	19740
749 × 112.5 × 19 × 16	18980	19980	750 × 28	21000	22110
749 × 112.5 × 19 × 19	20210	21270	750 × 30	22500	23680
749 × 114.0 × 22 × 19	22030	23190	750 × 32	24000	25260
749 × 116.0 × 25 × 19	23850	25110			

# 1) GH-Rの断面性能表



- H : 部材高さ
- WF : フランジ幅
- tf : フランジ厚
- tw : ウェブ厚
- tp : 継手厚
- Hp : 継手高さ

## 断面諸元計算式

- 中立軸より連壁用形鋼  
 断面の重心位置までの距離 :  $yf = (H - tf) / 2$
- 最大縁端距離 :  $y_{max} = yf + Hp / 2$
- ウェブの高さ :  $Hw = H - 2 \cdot tf$
- ウェブの断面二次モーメント :  $Iw = tw \cdot Hw^3 / 12$
- 1本当たりの断面性能
  - 断面積 フランジ :  $Af = 2 \cdot Af'$
  - ウェブ :  $Aw = tw \cdot Hw$
  - 全体 :  $\Sigma A = Af + Aw$
  - 重量 :  $W = 0.00785 \cdot \Sigma A$
  - 断面二次モーメント :  $I = 2 \cdot If + 2 \cdot Af' \cdot yf^2 + Iw$
  - 断面係数 :  $Z = I / y_{max}$
- 壁長1メートル当り (標準有効幅  $b = 0.95m$ )
  - 断面積 フランジ :  $Afo = Af / b$
  - ウェブ :  $Awo = Aw / b$
  - 全体 :  $\Sigma Ao = \Sigma A / b$
  - 重量 :  $Wo = W / b$
  - 断面二次モーメント :  $Io = I / b$
  - 断面係数 :  $Zo = Z / b$

※ 断面性能はウェブ開口を考慮した値とする。  
 ※ 重量はウェブ開口を無視した値とする。

## 連壁用形鋼断面諸元

全幅 (呼称) x 高さ x フランジ厚 x 継手厚 ( Wf x Hp x tf x tp )	( Wf ) 全幅 ±4 (mm)	( Hp ) 継手高 (mm)	( Af' ) 断面積 (mm <sup>2</sup> )	( W ) 重量 (kg/m)	( If ) 断面二次モーメント x10 <sup>6</sup> (mm <sup>4</sup> )
747 x 105.3 x 10 x 10	747	105.3	11570	90	7.52
749 x 107.0 x 12 x 12	749	107.0	13110	103	7.95
749 x 109.0 x 14 x 14	749	109.0	15500	121	9.27
749 x 111.0 x 16 x 16	749	111.0	17200	135	9.92
749 x 112.5 x 19 x 16	749	112.5	18980	149	10.84
749 x 112.5 x 19 x 19	749	112.5	20210	159	11.81
749 x 114.0 x 22 x 19	749	114.0	22030	173	12.92
749 x 116.0 x 25 x 19	749	116.0	23850	187	14.11

GH-R (部材高さH=400)

※ウェブ開口175mm考慮

部材高 H (mm)	ウェブ厚 tw (mm)	フランジ厚 tf (mm)	継手厚 tp (mm)	一本当たり					壁長 1m 当たり (@950)						
				断面積			重量 (kg/m)	断面2次 モーメント I $\times 10^8$ (mm <sup>4</sup> )	断面 係数Z $\times 10^6$ (mm <sup>3</sup> )	断面積			重量 (kg/m)	断面2次 モーメント I $\times 10^8$ (mm <sup>4</sup> )	断面 係数Z $\times 10^6$ (mm <sup>3</sup> )
				フランジ (mm <sup>2</sup> )	ウェブ (mm <sup>2</sup> )	全体 (mm <sup>2</sup> )				フランジ (mm <sup>2</sup> )	ウェブ (mm <sup>2</sup> )	全体 (mm <sup>2</sup> )			
400	9	10	10	11570	1840	24980	208	9.31	3.76	12179	1936	26294	219	9.80	3.96
400	12	10	10	11570	2453	25593	217	9.43	3.81	12179	2582	26940	229	9.93	4.01
400	14	10	10	11570	2862	26002	223	9.51	3.84	12179	3012	27370	235	10.01	4.04
400	16	10	10	11570	3270	26410	229	9.59	3.88	12179	3443	27800	241	10.09	4.08
400	19	10	10	11570	3884	27024	238	9.72	3.93	12179	4088	28446	251	10.23	4.14
400	22	10	10	11570	4497	27637	247	9.84	3.98	12179	4733	29091	260	10.36	4.19
400	25	10	10	11570	5110	28250	256	9.96	4.03	12179	5379	29737	270	10.48	4.24
400	28	10	10	11570	5723	28863	265	10.09	4.07	12179	6024	30382	279	10.62	4.28
400	9	12	12	13110	1809	28029	232	10.39	4.20	13800	1904	29504	245	10.94	4.42
400	12	12	12	13110	2412	28632	241	10.51	4.24	13800	2539	30139	254	11.06	4.46
400	14	12	12	13110	2814	29034	247	10.58	4.28	13800	2962	30562	260	11.14	4.51
400	16	12	12	13110	3216	29436	253	10.66	4.31	13800	3385	30985	266	11.22	4.54
400	19	12	12	13110	3819	30039	262	10.78	4.36	13800	4020	31620	276	11.35	4.59
400	22	12	12	13110	4422	30642	271	10.90	4.41	13800	4655	32255	285	11.47	4.64
400	25	12	12	13110	5025	31245	280	11.02	4.45	13800	5289	32889	294	11.60	4.68
400	28	12	12	13110	5628	31848	288	11.14	4.50	13800	5924	33524	304	11.73	4.74
400	9	14	14	15500	1773	32773	270	12.08	4.88	16316	1866	34498	284	12.72	5.14
400	12	14	14	15500	2364	33364	278	12.19	4.93	16316	2488	35120	293	12.83	5.19
400	14	14	14	15500	2758	33758	284	12.27	4.96	16316	2903	35535	299	12.92	5.22
400	16	14	14	15500	3152	34152	290	12.35	4.99	16316	3318	35949	305	13.00	5.25
400	19	14	14	15500	3743	34743	299	12.46	5.04	16316	3940	36572	314	13.12	5.31
400	22	14	14	15500	4334	35334	308	12.58	5.08	16316	4562	37194	324	13.24	5.35
400	25	14	14	15500	4925	35925	316	12.69	5.13	16316	5184	37816	333	13.36	5.40
400	28	14	14	15500	5516	36516	325	12.81	5.18	16316	5806	38438	342	13.48	5.45
400	9	16	16	17200	1737	36137	296	13.21	5.34	18105	1828	38039	312	13.91	5.62
400	12	16	16	17200	2316	36716	305	13.32	5.38	18105	2438	38648	321	14.02	5.66
400	14	16	16	17200	2702	37102	310	13.40	5.41	18105	2844	39055	327	14.11	5.69
400	16	16	16	17200	3088	37488	316	13.47	5.44	18105	3251	39461	333	14.18	5.73
400	19	16	16	17200	3667	38067	325	13.58	5.49	18105	3860	40071	342	14.29	5.78
400	22	16	16	17200	4246	38646	334	13.70	5.53	18105	4469	40680	351	14.42	5.82
400	25	16	16	17200	4825	39225	342	13.81	5.58	18105	5079	41289	360	14.54	5.87
400	28	16	16	17200	5404	39804	351	13.92	5.62	18105	5688	41899	369	14.65	5.92
400	9	19	16	18980	1683	39643	324	14.31	5.80	19979	1772	41729	340	15.06	6.11
400	12	19	16	18980	2244	40204	332	14.41	5.84	19979	2362	42320	350	15.17	6.15
400	14	19	16	18980	2618	40578	338	14.48	5.87	19979	2756	42714	356	15.24	6.18
400	16	19	16	18980	2992	40952	343	14.55	5.90	19979	3149	43107	362	15.32	6.21
400	19	19	16	18980	3553	41513	352	14.66	5.94	19979	3740	43698	370	15.43	6.25
400	22	19	16	18980	4114	42074	360	14.76	5.98	19979	4331	44288	379	15.54	6.29
400	25	19	16	18980	4675	42635	369	14.87	6.03	19979	4921	44879	388	15.65	6.35
400	28	19	16	18980	5236	43196	378	14.97	6.07	19979	5512	45469	397	15.76	6.39
400	9	19	19	20210	1683	42103	343	15.22	6.17	21274	1772	44319	361	16.02	6.49
400	12	19	19	20210	2244	42664	351	15.33	6.21	21274	2362	44909	370	16.14	6.54
400	14	19	19	20210	2618	43038	357	15.40	6.24	21274	2756	45303	376	16.21	6.57
400	16	19	19	20210	2992	43412	363	15.47	6.27	21274	3149	45697	382	16.28	6.60
400	19	19	19	20210	3553	43973	371	15.57	6.31	21274	3740	46287	391	16.39	6.64
400	22	19	19	20210	4114	44534	380	15.68	6.35	21274	4331	46878	400	16.51	6.68
400	25	19	19	20210	4675	45095	388	15.78	6.40	21274	4921	47468	409	16.61	6.74
400	28	19	19	20210	5236	45656	397	15.89	6.44	21274	5512	48059	418	16.73	6.78
400	9	22	19	22030	1629	45689	371	16.30	6.62	23189	1715	48094	390	17.16	6.97
400	12	22	19	22030	2172	46232	379	16.39	6.66	23189	2286	48665	399	17.25	7.01
400	14	22	19	22030	2534	46594	385	16.46	6.69	23189	2667	49046	405	17.33	7.04
400	16	22	19	22030	2896	46956	390	16.53	6.72	23189	3048	49427	411	17.40	7.07
400	19	22	19	22030	3439	47499	399	16.63	6.76	23189	3620	49999	420	17.51	7.12
400	22	22	19	22030	3982	48042	407	16.73	6.80	23189	4192	50571	429	17.61	7.16
400	25	22	19	22030	4525	48585	416	16.83	6.84	23189	4763	51142	438	17.72	7.20
400	28	22	19	22030	5068	49128	424	16.92	6.88	23189	5335	51714	446	17.81	7.24
400	9	25	19	23850	1575	49275	399	17.33	7.06	25105	1658	51868	420	18.24	7.43
400	12	25	19	23850	2100	49800	407	17.43	7.10	25105	2211	52421	429	18.35	7.47
400	14	25	19	23850	2450	50150	413	17.49	7.12	25105	2579	52789	435	18.41	7.49
400	16	25	19	23850	2800	50500	418	17.55	7.15	25105	2947	53158	440	18.47	7.53
400	19	25	19	23850	3325	51025	427	17.65	7.19	25105	3500	53711	449	18.58	7.57
400	22	25	19	23850	3850	51550	435	17.74	7.23	25105	4053	54263	458	18.67	7.61
400	25	25	19	23850	4375	52075	443	17.83	7.26	25105	4605	54816	466	18.77	7.64
400	28	25	19	23850	4900	52600	451	17.93	7.30	25105	5158	55368	475	18.87	7.68

GH-R (部材高さH=500)

※ウェブ開口200mm考慮

部材高 H (mm)	ウェブ厚 tw (mm)	フランジ厚 tf (mm)	継手厚 tp (mm)	一本当たり						壁長 1m 当たり (@950)					
				断面積			重量 (kg/m)	断面二次 モーメント I $\times 10^8$ (mm <sup>4</sup> )	断面係数 Z $\times 10^6$ (mm <sup>3</sup> )	断面積			重量 (kg/m)	断面二次 モーメント I $\times 10^8$ (mm <sup>4</sup> )	断面係数 Z $\times 10^6$ (mm <sup>3</sup> )
				フランジ (mm <sup>2</sup> )	ウェブ (mm <sup>2</sup> )	全体 (mm <sup>2</sup> )				フランジ (mm <sup>2</sup> )	ウェブ (mm <sup>2</sup> )	全体 (mm <sup>2</sup> )			
500	9	10	10	11570	2515	25655	216	14.79	4.97	12179	2647	27005	227	15.57	5.23
500	12	10	10	11570	3353	26493	227	15.04	5.06	12179	3529	27887	239	15.83	5.33
500	14	10	10	11570	3912	27052	234	15.22	5.11	12179	4117	28475	247	16.02	5.38
500	16	10	10	11570	4470	27610	242	15.39	5.17	12179	4706	29064	254	16.20	5.44
500	19	10	10	11570	5309	28449	253	15.64	5.26	12179	5588	29946	266	16.46	5.54
500	22	10	10	11570	6147	29287	264	15.90	5.34	12179	6470	30828	278	16.74	5.62
500	25	10	10	11570	6985	30125	276	16.15	5.43	12179	7353	31711	290	17.00	5.72
500	28	10	10	11570	7823	30963	287	16.41	5.52	12179	8235	32593	302	17.27	5.81
500	9	12	12	13110	2484	28704	239	16.52	5.55	13800	2615	30215	252	17.39	5.84
500	12	12	12	13110	3312	29532	251	16.77	5.64	13800	3486	31086	264	17.65	5.94
500	14	12	12	13110	3864	30084	258	16.93	5.69	13800	4067	31667	272	17.82	5.99
500	16	12	12	13110	4416	30636	266	17.10	5.75	13800	4648	32248	280	18.00	6.05
500	19	12	12	13110	5244	31464	277	17.35	5.83	13800	5520	33120	291	18.26	6.14
500	22	12	12	13110	6072	32292	288	17.60	5.92	13800	6392	33992	303	18.53	6.23
500	25	12	12	13110	6900	33120	299	17.85	6.00	13800	7263	34863	315	18.79	6.32
500	28	12	12	13110	7728	33948	310	18.10	6.08	13800	8135	35735	327	19.05	6.40
500	9	14	14	15500	2448	33448	277	19.22	6.46	16316	2577	35208	291	20.23	6.80
500	12	14	14	15500	3264	34264	288	19.46	6.54	16316	3436	36067	303	20.48	6.88
500	14	14	14	15500	3808	34808	295	19.62	6.60	16316	4008	36640	311	20.65	6.95
500	16	14	14	15500	4352	35352	303	19.79	6.65	16316	4581	37213	318	20.83	7.00
500	19	14	14	15500	5168	36168	314	20.03	6.73	16316	5440	38072	330	21.08	7.08
500	22	14	14	15500	5984	36984	325	20.27	6.81	16316	6299	38931	342	21.34	7.17
500	25	14	14	15500	6800	37800	336	20.51	6.90	16316	7158	39789	354	21.59	7.26
500	28	14	14	15500	7616	38616	347	20.76	6.98	16316	8017	40648	365	21.85	7.35
500	9	16	16	17200	2412	36812	303	21.05	7.08	18105	2539	38749	319	22.16	7.45
500	12	16	16	17200	3216	37616	314	21.29	7.16	18105	3385	39596	331	22.41	7.54
500	14	16	16	17200	3752	38152	321	21.45	7.21	18105	3949	40160	338	22.58	7.59
500	16	16	16	17200	4288	38688	329	21.60	7.26	18105	4514	40724	346	22.74	7.64
500	19	16	16	17200	5092	39492	340	21.84	7.34	18105	5360	41571	358	22.99	7.73
500	22	16	16	17200	5896	40296	351	22.08	7.42	18105	6206	42417	369	23.24	7.81
500	25	16	16	17200	6700	41100	362	22.31	7.50	18105	7053	43263	381	23.48	7.89
500	28	16	16	17200	7504	41904	373	22.55	7.58	18105	7899	44109	392	23.74	7.98
500	9	19	16	18980	2358	40318	331	22.85	7.70	19979	2482	42440	348	24.05	8.11
500	12	19	16	18980	3144	41104	342	23.08	7.78	19979	3309	43267	359	24.29	8.19
500	14	19	16	18980	3668	41628	349	23.23	7.83	19979	3861	43819	367	24.45	8.24
500	16	19	16	18980	4192	42152	356	23.38	7.88	19979	4413	44371	375	24.61	8.29
500	19	19	16	18980	4978	42938	367	23.61	7.96	19979	5240	45198	386	24.85	8.38
500	22	19	16	18980	5764	43724	378	23.83	8.03	19979	6067	46025	398	25.08	8.45
500	25	19	16	18980	6550	44510	389	24.06	8.11	19979	6895	46853	409	25.33	8.54
500	28	19	16	18980	7336	45296	400	24.29	8.18	19979	7722	47680	420	25.57	8.61
500	9	19	19	20210	2358	42778	350	24.29	8.19	21274	2482	45029	368	25.57	8.62
500	12	19	19	20210	3144	43564	361	24.52	8.26	21274	3309	45857	380	25.81	8.69
500	14	19	19	20210	3668	44088	368	24.67	8.31	21274	3861	46408	387	25.97	8.75
500	16	19	19	20210	4192	44612	375	24.82	8.37	21274	4413	46960	395	26.13	8.81
500	19	19	19	20210	4978	45398	386	25.05	8.44	21274	5240	47787	406	26.37	8.88
500	22	19	19	20210	5764	46184	397	25.28	8.52	21274	6067	48615	418	26.61	8.97
500	25	19	19	20210	6550	46970	408	25.50	8.59	21274	6895	49442	429	26.84	9.04
500	28	19	19	20210	7336	47756	419	25.73	8.67	21274	7722	50269	441	27.08	9.13
500	9	22	19	22030	2304	46364	378	26.08	8.81	23189	2425	48804	398	27.45	9.27
500	12	22	19	22030	3072	47132	389	26.29	8.88	23189	3234	49613	409	27.67	9.35
500	14	22	19	22030	3584	47644	396	26.44	8.93	23189	3773	50152	417	27.83	9.40
500	16	22	19	22030	4096	48156	403	26.58	8.98	23189	4312	50691	424	27.98	9.45
500	19	22	19	22030	4864	48924	414	26.80	9.05	23189	5120	51499	436	28.21	9.53
500	22	22	19	22030	5632	49692	425	27.02	9.13	23189	5928	52307	447	28.44	9.61
500	25	22	19	22030	6400	50460	435	27.23	9.20	23189	6737	53116	458	28.66	9.68
500	28	22	19	22030	7168	51228	446	27.45	9.27	23189	7545	53924	470	28.89	9.76
500	9	25	19	23850	2250	49950	406	27.81	9.41	25105	2368	52579	428	29.27	9.91
500	12	25	19	23850	3000	50700	417	28.02	9.48	25105	3158	53368	439	29.49	9.98
500	14	25	19	23850	3500	51200	424	28.16	9.53	25105	3684	53895	446	29.64	10.03
500	16	25	19	23850	4000	51700	431	28.30	9.58	25105	4211	54421	454	29.79	10.08
500	19	25	19	23850	4750	52450	442	28.50	9.65	25105	5000	55211	465	30.00	10.16
500	22	25	19	23850	5500	53200	452	28.71	9.72	25105	5789	56000	476	30.22	10.23
500	25	25	19	23850	6250	53950	463	28.92	9.79	25105	6579	56789	487	30.44	10.31
500	28	25	19	23850	7000	54700	473	29.13	9.86	25105	7368	57579	498	30.66	10.38

GH-R (部材高さH=600)

※ウェブ開口250mm考慮

部材 高 H (mm)	ウェブ 厚 tw (mm)	フランジ 厚 tf (mm)	継手 厚 tp (mm)	一本当たり						壁長 1m 当たり (@950)					
				断面積			重量 (kg/m)	断面二次 モーメント I $\times 10^8$ (mm <sup>4</sup> )	断面係数 Z $\times 10^6$ (mm <sup>3</sup> )	断面積			重量 (kg/m)	断面二次 モーメント I $\times 10^8$ (mm <sup>4</sup> )	断面係数 Z $\times 10^6$ (mm <sup>3</sup> )
				フランジ (mm <sup>2</sup> )	ウェブ (mm <sup>2</sup> )	全体 (mm <sup>2</sup> )				フランジ (mm <sup>2</sup> )	ウェブ (mm <sup>2</sup> )	全体 (mm <sup>2</sup> )			
600	9	10	10	11570	2965	26105	222	21.61	6.22	12179	3121	27479	234	22.75	6.55
600	12	10	10	11570	3953	27093	236	22.06	6.35	12179	4161	28519	249	23.22	6.68
600	14	10	10	11570	4612	27752	245	22.35	6.43	12179	4854	29212	258	23.53	6.77
600	16	10	10	11570	5270	28410	254	22.65	6.52	12179	5548	29906	268	23.84	6.86
600	19	10	10	11570	6259	29399	268	23.10	6.65	12179	6588	30946	282	24.32	7.00
600	22	10	10	11570	7247	30387	282	23.55	6.78	12179	7628	31986	296	24.79	7.14
600	25	10	10	11570	8235	31375	295	23.99	6.90	12179	8668	33026	311	25.25	7.26
600	28	10	10	11570	9223	32363	309	24.44	7.03	12179	9709	34067	325	25.73	7.40
600	9	12	12	13110	2934	29154	246	24.14	6.95	13800	3088	30688	259	25.41	7.32
600	12	12	12	13110	3912	30132	260	24.58	7.07	13800	4118	31718	274	25.87	7.44
600	14	12	12	13110	4564	30784	269	24.87	7.16	13800	4804	32404	283	26.18	7.54
600	16	12	12	13110	5216	31436	278	25.16	7.24	13800	5491	33091	293	26.48	7.62
600	19	12	12	13110	6194	32414	292	25.60	7.37	13800	6520	34120	307	26.95	7.76
600	22	12	12	13110	7172	33392	305	26.04	7.49	13800	7549	35149	321	27.41	7.88
600	25	12	12	13110	8150	34370	319	26.48	7.62	13800	8579	36179	336	27.87	8.02
600	28	12	12	13110	9128	35348	332	26.92	7.75	13800	9608	37208	350	28.34	8.16
600	9	14	14	15500	2898	33898	284	28.09	8.08	16316	3051	35682	299	29.57	8.51
600	12	14	14	15500	3864	34864	297	28.51	8.21	16316	4067	36699	313	30.01	8.64
600	14	14	14	15500	4508	35508	306	28.80	8.29	16316	4745	37377	322	30.32	8.73
600	16	14	14	15500	5152	36152	315	29.09	8.37	16316	5423	38055	332	30.62	8.81
600	19	14	14	15500	6118	37118	329	29.51	8.49	16316	6440	39072	346	31.06	8.94
600	22	14	14	15500	7084	38084	342	29.94	8.62	16316	7457	40088	360	31.52	9.07
600	25	14	14	15500	8050	39050	356	30.37	8.74	16316	8474	41105	374	31.97	9.20
600	28	14	14	15500	9016	40016	369	30.80	8.86	16316	9491	42122	388	32.42	9.33
600	9	16	16	17200	2862	37262	310	30.79	8.86	18105	3013	39223	326	32.41	9.33
600	12	16	16	17200	3816	38216	324	31.21	8.98	18105	4017	40227	340	32.85	9.45
600	14	16	16	17200	4452	38852	332	31.48	9.06	18105	4686	40897	350	33.14	9.54
600	16	16	16	17200	5088	39488	341	31.76	9.14	18105	5356	41566	359	33.43	9.62
600	19	16	16	17200	6042	40442	355	32.18	9.26	18105	6360	42571	373	33.87	9.75
600	22	16	16	17200	6996	41396	368	32.60	9.38	18105	7364	43575	388	34.32	9.87
600	25	16	16	17200	7950	42350	382	33.02	9.50	18105	8368	44579	402	34.76	10.00
600	28	16	16	17200	8904	43304	395	33.44	9.62	18105	9373	45583	416	35.20	10.13
600	9	19	16	18980	2808	40768	338	33.47	9.65	19979	2956	42914	355	35.23	10.16
600	12	19	16	18980	3744	41704	351	33.87	9.77	19979	3941	43899	369	35.65	10.28
600	14	19	16	18980	4368	42328	360	34.14	9.85	19979	4598	44556	379	35.94	10.37
600	16	19	16	18980	4992	42952	368	34.41	9.92	19979	5255	45213	388	36.22	10.44
600	19	19	16	18980	5928	43888	382	34.81	10.04	19979	6240	46198	402	36.64	10.57
600	22	19	16	18980	6864	44824	395	35.22	10.16	19979	7225	47183	416	37.07	10.69
600	25	19	16	18980	7800	45760	408	35.62	10.27	19979	8211	48168	430	37.49	10.81
600	28	19	16	18980	8736	46696	422	36.03	10.39	19979	9196	49154	444	37.93	10.94
600	9	19	19	20210	2808	43228	357	35.56	10.26	21274	2956	45503	376	37.43	10.80
600	12	19	19	20210	3744	44164	370	35.97	10.37	21274	3941	46488	390	37.86	10.92
600	14	19	19	20210	4368	44788	379	36.24	10.45	21274	4598	47145	399	38.15	11.00
600	16	19	19	20210	4992	45412	388	36.51	10.53	21274	5255	47802	408	38.43	11.08
600	19	19	19	20210	5928	46348	401	36.91	10.64	21274	6240	48787	422	38.85	11.20
600	22	19	19	20210	6864	47284	414	37.31	10.76	21274	7225	49773	436	39.27	11.33
600	25	19	19	20210	7800	48220	428	37.72	10.88	21274	8211	50758	450	39.71	11.45
600	28	19	19	20210	8736	49156	441	38.12	10.99	21274	9196	51743	464	40.13	11.57
600	9	22	19	22030	2754	46814	385	38.23	11.05	23189	2899	49278	405	40.24	11.63
600	12	22	19	22030	3672	47732	398	38.62	11.16	23189	3865	50244	419	40.65	11.75
600	14	22	19	22030	4284	48344	407	38.88	11.24	23189	4509	50888	428	40.93	11.83
600	16	22	19	22030	4896	48956	416	39.14	11.31	23189	5154	51533	438	41.20	11.91
600	19	22	19	22030	5814	49874	429	39.53	11.43	23189	6120	52499	451	41.61	12.03
600	22	22	19	22030	6732	50792	442	39.92	11.54	23189	7086	53465	465	42.02	12.15
600	25	22	19	22030	7650	51710	455	40.31	11.65	23189	8053	54432	479	42.43	12.26
600	28	22	19	22030	8568	52628	468	40.70	11.76	23189	9019	55398	493	42.84	12.38
600	9	25	19	23850	2700	50400	413	40.84	11.82	25105	2842	53053	435	42.99	12.44
600	12	25	19	23850	3600	51300	426	41.22	11.93	25105	3789	54000	449	43.39	12.56
600	14	25	19	23850	4200	51900	435	41.47	12.00	25105	4421	54632	458	43.65	12.63
600	16	25	19	23850	4800	52500	444	41.72	12.08	25105	5053	55263	467	43.92	12.72
600	19	25	19	23850	5700	53400	456	42.10	12.18	25105	6000	56211	480	44.32	12.82
600	22	25	19	23850	6600	54300	469	42.47	12.29	25105	6947	57158	494	44.71	12.94
600	25	25	19	23850	7500	55200	482	42.85	12.40	25105	7895	58105	508	45.11	13.05
600	28	25	19	23850	8400	56100	495	43.23	12.51	25105	8842	59053	521	45.51	13.17

## GH-R (部材高さH=700)

※ウェブ開口300mm考慮

部材 高 H (mm)	ウェブ 厚 tw (mm)	フランジ 厚 tf (mm)	継手 厚 tp (mm)	一本当たり						壁長 1m 当たり (@950)					
				断面積			重量 (kg/m)	断面二次 モーメント I $\times 10^8$ (mm <sup>4</sup> )	断面係数 Z $\times 10^6$ (mm <sup>3</sup> )	断面積			重量 (kg/m)	断面二次 モーメント I $\times 10^8$ (mm <sup>4</sup> )	断面係数 Z $\times 10^6$ (mm <sup>3</sup> )
				フランジ (mm <sup>2</sup> )	ウェブ (mm <sup>2</sup> )	全体 (mm <sup>2</sup> )				フランジ (mm <sup>2</sup> )	ウェブ (mm <sup>2</sup> )	全体 (mm <sup>2</sup> )			
700	9	10	10	11570	3415	26555	230	29.82	7.50	12179	3594	27952	242	31.39	7.89
700	12	10	10	11570	4553	27693	246	30.53	7.68	12179	4792	29150	258	32.14	8.08
700	14	10	10	11570	5312	28452	256	31.01	7.80	12179	5591	29949	270	32.64	8.21
700	16	10	10	11570	6070	29210	267	31.49	7.92	12179	6390	30748	281	33.15	8.34
700	19	10	10	11570	7209	30349	283	32.21	8.10	12179	7588	31946	298	33.91	8.53
700	22	10	10	11570	8347	31487	299	32.92	8.28	12179	8786	33144	315	34.65	8.72
700	25	10	10	11570	9485	32625	315	33.64	8.46	12179	9984	34342	332	35.41	8.91
700	28	10	10	11570	10623	33763	331	34.36	8.64	12179	11182	35540	348	36.17	9.09
700	9	12	12	13110	3384	29604	254	33.30	8.38	13800	3562	31162	267	35.05	8.82
700	12	12	12	13110	4512	30732	270	34.01	8.55	13800	4749	32349	284	35.80	9.00
700	14	12	12	13110	5264	31484	280	34.48	8.67	13800	5541	33141	295	36.29	9.13
700	16	12	12	13110	6016	32236	291	34.95	8.79	13800	6333	33933	306	36.79	9.25
700	19	12	12	13110	7144	33364	307	35.65	8.97	13800	7520	35120	323	37.53	9.44
700	22	12	12	13110	8272	34492	322	36.36	9.15	13800	8707	36307	340	38.27	9.63
700	25	12	12	13110	9400	35620	338	37.06	9.32	13800	9895	37495	356	39.01	9.81
700	28	12	12	13110	10528	36748	354	37.76	9.50	13800	11082	38682	373	39.75	10.00
700	9	14	14	15500	3348	34348	291	38.73	9.74	16316	3524	36156	306	40.77	10.25
700	12	14	14	15500	4464	35464	307	39.42	9.92	16316	4699	37331	323	41.49	10.44
700	14	14	14	15500	5208	36208	317	39.88	10.03	16316	5482	38114	334	41.98	10.56
700	16	14	14	15500	5952	36952	328	40.34	10.15	16316	6265	38897	345	42.46	10.68
700	19	14	14	15500	7068	38068	344	41.03	10.32	16316	7440	40072	362	43.19	10.86
700	22	14	14	15500	8184	39184	359	41.73	10.50	16316	8615	41246	378	43.93	11.05
700	25	14	14	15500	9300	40300	375	42.42	10.67	16316	9789	42421	395	44.65	11.23
700	28	14	14	15500	10416	41416	391	43.11	10.84	16316	10964	43596	412	45.38	11.41
700	9	16	16	17200	3312	37712	317	42.47	10.68	18105	3486	39697	334	44.71	11.24
700	12	16	16	17200	4416	38816	333	43.14	10.85	18105	4648	40859	350	45.41	11.42
700	14	16	16	17200	5152	39552	343	43.60	10.97	18105	5423	41634	362	45.89	11.55
700	16	16	16	17200	5888	40288	354	44.05	11.08	18105	6198	42408	372	46.37	11.66
700	19	16	16	17200	6992	41392	370	44.73	11.25	18105	7360	43571	389	47.08	11.84
700	22	16	16	17200	8096	42496	385	45.40	11.42	18105	8522	44733	406	47.79	12.02
700	25	16	16	17200	9200	43600	401	46.08	11.59	18105	9684	45895	422	48.51	12.20
700	28	16	16	17200	10304	44704	417	46.76	11.76	18105	10846	47057	439	49.22	12.38
700	9	19	16	18980	3258	41218	345	46.20	11.64	19979	3429	43387	363	48.63	12.25
700	12	19	16	18980	4344	42304	360	46.86	11.81	19979	4573	44531	379	49.33	12.43
700	14	19	16	18980	5068	43028	371	47.30	11.92	19979	5335	45293	390	49.79	12.55
700	16	19	16	18980	5792	43752	381	47.74	12.03	19979	6097	46055	401	50.25	12.66
700	19	19	16	18980	6878	44838	397	48.39	12.20	19979	7240	47198	418	50.94	12.84
700	22	19	16	18980	7964	45924	412	49.05	12.36	19979	8383	48341	434	51.63	13.01
700	25	19	16	18980	9050	47010	428	49.71	12.53	19979	9526	49484	450	52.33	13.19
700	28	19	16	18980	10136	48096	443	50.37	12.69	19979	10669	50627	467	53.02	13.36
700	9	19	19	20210	3258	43678	364	49.07	12.37	21274	3429	45977	383	51.65	13.02
700	12	19	19	20210	4344	44764	380	49.73	12.53	21274	4573	47120	400	52.35	13.19
700	14	19	19	20210	5068	45488	390	50.17	12.64	21274	5335	47882	410	52.81	13.31
700	16	19	19	20210	5792	46212	400	50.61	12.76	21274	6097	48644	422	53.27	13.43
700	19	19	19	20210	6878	47298	416	51.27	12.92	21274	7240	49787	438	53.97	13.60
700	22	19	19	20210	7964	48384	432	51.92	13.09	21274	8383	50931	454	54.65	13.78
700	25	19	19	20210	9050	49470	447	52.58	13.25	21274	9526	52074	471	55.35	13.95
700	28	19	19	20210	10136	50556	463	53.24	13.42	21274	10669	53217	487	56.04	14.13
700	9	22	19	22030	3204	47264	392	52.81	13.34	23189	3373	49752	413	55.59	14.04
700	12	22	19	22030	4272	48332	408	53.45	13.50	23189	4497	50876	429	56.26	14.21
700	14	22	19	22030	4984	49044	418	53.87	13.60	23189	5246	51625	440	56.71	14.32
700	16	22	19	22030	5696	49756	428	54.30	13.71	23189	5996	52375	451	57.16	14.43
700	19	22	19	22030	6764	50824	444	54.93	13.87	23189	7120	53499	467	57.82	14.60
700	22	22	19	22030	7832	51892	459	55.57	14.03	23189	8244	54623	483	58.49	14.77
700	25	22	19	22030	8900	52960	475	56.21	14.19	23189	9368	55747	500	59.17	14.94
700	28	22	19	22030	9968	54028	490	56.85	14.36	23189	10493	56872	516	59.84	15.12
700	9	25	19	23850	3150	50850	420	56.47	14.28	25105	3316	53526	442	59.44	15.03
700	12	25	19	23850	4200	51900	436	57.09	14.44	25105	4421	54632	459	60.09	15.20
700	14	25	19	23850	4900	52600	446	57.50	14.54	25105	5158	55368	469	60.53	15.31
700	16	25	19	23850	5600	53300	456	57.92	14.64	25105	5895	56105	480	60.97	15.41
700	19	25	19	23850	6650	54350	471	58.54	14.80	25105	7000	57211	496	61.62	15.58
700	22	25	19	23850	7700	55400	487	59.16	14.96	25105	8105	58316	512	62.27	15.75
700	25	25	19	23850	8750	56450	502	59.77	15.11	25105	9211	59421	528	62.92	15.91
700	28	25	19	23850	9800	57500	517	60.39	15.27	25105	10316	60526	544	63.57	16.07



## GH-R (部材高さH=800)

※ウェブ開口350mm考慮

部材 高 H (mm)	ウェブ 厚 tw (mm)	フランジ 厚 tf (mm)	継手 厚 tp (mm)	一本当たり						壁長 1m 当たり (@950)					
				断面積			重量 (kg/m)	断面二次 モーメント I $\times 10^8$ (mm <sup>4</sup> )	断面係数 Z $\times 10^6$ (mm <sup>3</sup> )	断面積			重量 (kg/m)	断面二次 モーメント I $\times 10^8$ (mm <sup>4</sup> )	断面係数 Z $\times 10^6$ (mm <sup>3</sup> )
				フランジ (mm <sup>2</sup> )	ウェブ (mm <sup>2</sup> )	全体 (mm <sup>2</sup> )				フランジ (mm <sup>2</sup> )	ウェブ (mm <sup>2</sup> )	全体 (mm <sup>2</sup> )			
800	9	10	10	11570	3865	27005	237	39.46	8.82	12179	4068	28426	249	41.54	9.28
800	12	10	10	11570	5153	28293	255	40.53	9.06	12179	5424	29782	268	42.66	9.54
800	14	10	10	11570	6012	29152	267	41.25	9.22	12179	6328	30686	281	43.42	9.71
800	16	10	10	11570	6870	30010	280	41.97	9.38	12179	7232	31590	294	44.18	9.87
800	19	10	10	11570	8159	31299	298	43.04	9.62	12179	8588	32946	314	45.31	10.13
800	22	10	10	11570	9447	32587	316	44.12	9.86	12179	9944	34302	333	46.44	10.38
800	25	10	10	11570	10735	33875	335	45.20	10.10	12179	11300	35658	352	47.58	10.63
800	28	10	10	11570	12023	35163	353	46.27	10.34	12179	12656	37014	372	48.71	10.88
800	9	12	12	13110	3834	30054	261	44.04	9.84	13800	4036	31636	274	46.36	10.36
800	12	12	12	13110	5112	31332	279	45.11	10.08	13800	5381	32981	294	47.48	10.61
800	14	12	12	13110	5964	32184	291	45.81	10.24	13800	6278	33878	306	48.22	10.78
800	16	12	12	13110	6816	33036	303	46.52	10.40	13800	7175	34775	319	48.97	10.95
800	19	12	12	13110	8094	34314	322	47.58	10.63	13800	8520	36120	338	50.08	11.19
800	22	12	12	13110	9372	35592	340	48.64	10.87	13800	9865	37465	358	51.20	11.44
800	25	12	12	13110	10650	36870	358	49.70	11.11	13800	11211	38811	377	52.32	11.69
800	28	12	12	13110	11928	38148	376	50.76	11.34	13800	12556	40156	396	53.43	11.94
800	9	14	14	15500	3798	34798	298	51.19	11.44	16316	3998	36629	314	53.88	12.04
800	12	14	14	15500	5064	36064	316	52.24	11.67	16316	5331	37962	333	54.99	12.28
800	14	14	14	15500	5908	36908	328	52.93	11.83	16316	6219	38851	345	55.72	12.45
800	16	14	14	15500	6752	37752	340	53.63	11.98	16316	7107	39739	358	56.45	12.61
800	19	14	14	15500	8018	39018	358	54.67	12.22	16316	8440	41072	377	57.55	12.86
800	22	14	14	15500	9284	40284	377	55.71	12.45	16316	9773	42404	396	58.64	13.11
800	25	14	14	15500	10550	41550	395	56.76	12.68	16316	11105	43737	416	59.75	13.35
800	28	14	14	15500	11816	42816	413	57.80	12.92	16316	12438	45069	435	60.84	13.60
800	9	16	16	17200	3762	38162	324	56.13	12.54	18105	3960	40171	341	59.08	13.20
800	12	16	16	17200	5016	39416	342	57.16	12.77	18105	5280	41491	360	60.17	13.44
800	14	16	16	17200	5852	40252	354	57.84	12.93	18105	6160	42371	373	60.88	13.61
800	16	16	16	17200	6688	41088	366	58.53	13.08	18105	7040	43251	386	61.61	13.77
800	19	16	16	17200	7942	42342	384	59.55	13.31	18105	8360	44571	405	62.68	14.01
800	22	16	16	17200	9196	43596	403	60.58	13.54	18105	9680	45891	424	63.77	14.25
800	25	16	16	17200	10450	44850	421	61.60	13.77	18105	11000	47211	443	64.84	14.49
800	28	16	16	17200	11704	46104	439	62.63	14.00	18105	12320	48531	462	65.93	14.74
800	9	19	16	18980	3708	41668	352	61.10	13.68	19979	3903	43861	370	64.32	14.40
800	12	19	16	18980	4944	42904	370	62.10	13.90	19979	5204	45162	389	65.37	14.63
800	14	19	16	18980	5768	43728	382	62.76	14.05	19979	6072	46029	402	66.06	14.79
800	16	19	16	18980	6592	44552	394	63.43	14.20	19979	6939	46897	414	66.77	14.95
800	19	19	16	18980	7828	45788	412	64.43	14.42	19979	8240	48198	433	67.82	15.18
800	22	19	16	18980	9064	47024	430	65.43	14.65	19979	9541	49499	452	68.87	15.42
800	25	19	16	18980	10300	48260	448	66.43	14.87	19979	10842	50800	471	69.93	15.65
800	28	19	16	18980	11536	49496	465	67.43	15.09	19979	12143	52101	490	70.98	15.88
800	9	19	19	20210	3708	44128	371	64.87	14.52	21274	3903	46451	391	68.28	15.28
800	12	19	19	20210	4944	45364	389	65.87	14.74	21274	5204	47752	410	69.34	15.52
800	14	19	19	20210	5768	46188	401	66.53	14.89	21274	6072	48619	422	70.03	15.67
800	16	19	19	20210	6592	47012	413	67.20	15.04	21274	6939	49486	435	70.74	15.83
800	19	19	19	20210	7828	48248	431	68.20	15.27	21274	8240	50787	454	71.79	16.07
800	22	19	19	20210	9064	49484	449	69.20	15.49	21274	9541	52088	472	72.84	16.31
800	25	19	19	20210	10300	50720	467	70.20	15.71	21274	10842	53389	491	73.89	16.54
800	28	19	19	20210	11536	51956	485	71.20	15.94	21274	12143	54691	510	74.95	16.78
800	9	22	19	22030	3654	47714	399	69.85	15.66	23189	3846	50225	420	73.53	16.48
800	12	22	19	22030	4872	48932	417	70.82	15.88	23189	5128	51507	439	74.55	16.72
800	14	22	19	22030	5684	49744	429	71.47	16.02	23189	5983	52362	452	75.23	16.86
800	16	22	19	22030	6496	50556	441	72.12	16.17	23189	6838	53217	464	75.92	17.02
800	19	22	19	22030	7714	51774	459	73.09	16.39	23189	8120	54499	483	76.94	17.25
800	22	22	19	22030	8932	52992	476	74.07	16.61	23189	9402	55781	502	77.97	17.48
800	25	22	19	22030	10150	54210	494	75.04	16.82	23189	10684	57063	520	78.99	17.71
800	28	22	19	22030	11368	55428	512	76.01	17.04	23189	11966	58345	539	80.01	17.94
800	9	25	19	23850	3600	51300	427	74.75	16.78	25105	3789	54000	450	78.68	17.66
800	12	25	19	23850	4800	52500	445	75.70	16.99	25105	5053	55263	468	79.68	17.88
800	14	25	19	23850	5600	53300	457	76.33	17.13	25105	5895	56105	481	80.35	18.03
800	16	25	19	23850	6400	54100	469	76.96	17.27	25105	6737	56947	493	81.01	18.18
800	19	25	19	23850	7600	55300	486	77.91	17.49	25105	8000	58211	512	82.01	18.41
800	22	25	19	23850	8800	56500	504	78.86	17.70	25105	9263	59474	530	83.01	18.63
800	25	25	19	23850	10000	57700	522	79.80	17.91	25105	10526	60737	549	84.00	18.85
800	28	25	19	23850	11200	58900	539	80.75	18.13	25105	11789	62000	568	85.00	19.08

GH-R (部材高さH=900)

※ウェブ開口400mm考慮

部材高 H (mm)	ウェブ厚 tw (mm)	フランジ厚 tf (mm)	継手厚 tp (mm)	一本当たり					壁長 1m 当たり (@950)						
				断面積			重量 (kg/m)	断面二次 モーメント I $\times 10^8$ (mm <sup>4</sup> )	断面係数 Z $\times 10^6$ (mm <sup>3</sup> )	断面積			重量 (kg/m)	断面二次 モーメント I $\times 10^8$ (mm <sup>4</sup> )	断面係数 Z $\times 10^6$ (mm <sup>3</sup> )
				フランジ (mm <sup>2</sup> )	ウェブ (mm <sup>2</sup> )	全体 (mm <sup>2</sup> )				フランジ (mm <sup>2</sup> )	ウェブ (mm <sup>2</sup> )	全体 (mm <sup>2</sup> )			
900	9	10	10	11570	4315	27455	244	50.56	10.16	12179	4542	28900	257	53.22	10.69
900	12	10	10	11570	5753	28893	264	52.10	10.47	12179	6056	30413	278	54.84	11.02
900	14	10	10	11570	6712	29852	278	53.13	10.68	12179	7065	31423	293	55.93	11.24
900	16	10	10	11570	7670	30810	292	54.16	10.89	12179	8074	32432	307	57.01	11.46
900	19	10	10	11570	9109	32249	313	55.70	11.20	12179	9588	33946	329	58.63	11.79
900	22	10	10	11570	10547	33687	334	57.24	11.50	12179	11102	35460	351	60.25	12.11
900	25	10	10	11570	11985	35125	354	58.78	11.81	12179	12616	36974	373	61.87	12.43
900	28	10	10	11570	13423	36563	375	60.32	12.12	12179	14130	38488	395	63.49	12.76
900	9	12	12	13110	4284	30504	268	56.41	11.34	13800	4509	32109	282	59.38	11.94
900	12	12	12	13110	5712	31932	288	57.93	11.64	13800	6013	33613	304	60.98	12.25
900	14	12	12	13110	6664	32884	302	58.94	11.85	13800	7015	34615	318	62.04	12.47
900	16	12	12	13110	7616	33836	316	59.96	12.05	13800	8017	35617	332	63.12	12.68
900	19	12	12	13110	9044	35264	336	61.48	12.36	13800	9520	37120	354	64.72	13.01
900	22	12	12	13110	10472	36692	357	63.00	12.66	13800	11023	38623	376	66.32	13.33
900	25	12	12	13110	11900	38120	378	64.52	12.97	13800	12526	40126	398	67.92	13.65
900	28	12	12	13110	13328	39548	398	66.04	13.27	13800	14029	41629	419	69.52	13.97
900	9	14	14	15500	4248	35248	305	65.52	13.17	16316	4472	37103	321	68.97	13.86
900	12	14	14	15500	5664	36664	325	67.01	13.47	16316	5962	38594	343	70.54	14.18
900	14	14	14	15500	6608	37608	339	68.01	13.67	16316	6956	39587	357	71.59	14.39
900	16	14	14	15500	7552	38552	353	69.01	13.87	16316	7949	40581	371	72.64	14.60
900	19	14	14	15500	8968	39968	373	70.51	14.17	16316	9440	42072	393	74.22	14.92
900	22	14	14	15500	10384	41384	394	72.01	14.47	16316	10931	43562	415	75.80	15.23
900	25	14	14	15500	11800	42800	414	73.50	14.77	16316	12421	45053	436	77.37	15.55
900	28	14	14	15500	13216	44216	435	75.00	15.08	16316	13912	46543	458	78.95	15.87
900	9	16	16	17200	4212	38612	331	71.83	14.44	18105	4434	40644	349	75.61	15.20
900	12	16	16	17200	5616	40016	352	73.30	14.73	18105	5912	42122	370	77.16	15.51
900	14	16	16	17200	6552	40952	365	74.29	14.93	18105	6897	43107	385	78.20	15.72
900	16	16	16	17200	7488	41888	379	75.27	15.13	18105	7882	44093	399	79.23	15.93
900	19	16	16	17200	8892	43292	400	76.74	15.43	18105	9360	45571	420	80.78	16.24
900	22	16	16	17200	10296	44696	420	78.22	15.72	18105	10838	47048	442	82.34	16.55
900	25	16	16	17200	11700	46100	440	79.69	16.02	18105	12316	48526	464	83.88	16.86
900	28	16	16	17200	13104	47504	461	81.17	16.32	18105	13794	50004	485	85.44	17.18
900	9	19	16	18980	4158	42118	359	78.20	15.74	19979	4377	44335	378	82.32	16.57
900	12	19	16	18980	5544	43504	379	79.64	16.03	19979	5836	45794	399	83.83	16.87
900	14	19	16	18980	6468	44428	393	80.60	16.23	19979	6808	46766	413	84.84	17.08
900	16	19	16	18980	7392	45352	406	81.56	16.42	19979	7781	47739	428	85.85	17.28
900	19	19	16	18980	8778	46738	426	83.00	16.71	19979	9240	49198	449	87.37	17.59
900	22	19	16	18980	10164	48124	447	84.44	17.00	19979	10699	50657	470	88.88	17.89
900	25	19	16	18980	11550	49510	467	85.88	17.29	19979	12158	52116	492	90.40	18.20
900	28	19	16	18980	12936	50896	487	87.33	17.58	19979	13617	53575	513	91.93	18.51
900	9	19	19	20210	4158	44578	378	82.99	16.71	21274	4377	46924	398	87.36	17.59
900	12	19	19	20210	5544	45964	398	84.43	17.00	21274	5836	48383	419	88.87	17.89
900	14	19	19	20210	6468	46888	412	85.39	17.19	21274	6808	49356	434	89.88	18.09
900	16	19	19	20210	7392	47812	426	86.35	17.38	21274	7781	50328	448	90.89	18.29
900	19	19	19	20210	8778	49198	446	87.80	17.67	21274	9240	51787	469	92.42	18.60
900	22	19	19	20210	10164	50584	466	89.24	17.96	21274	10699	53246	491	93.94	18.91
900	25	19	19	20210	11550	51970	486	90.68	18.25	21274	12158	54705	512	95.45	19.21
900	28	19	19	20210	12936	53356	507	92.12	18.54	21274	13617	56164	533	96.97	19.52
900	9	22	19	22030	4104	48164	406	89.40	18.02	23189	4320	50699	428	94.11	18.97
900	12	22	19	22030	5472	49532	426	90.80	18.31	23189	5760	52139	449	95.58	19.27
900	14	22	19	22030	6384	50444	440	91.74	18.50	23189	6720	53099	463	96.57	19.47
900	16	22	19	22030	7296	51356	453	92.68	18.69	23189	7680	54059	477	97.56	19.67
900	19	22	19	22030	8664	52724	474	94.09	18.97	23189	9120	55499	498	99.04	19.97
900	22	22	19	22030	10032	54092	494	95.50	19.25	23189	10560	56939	520	100.53	20.26
900	25	22	19	22030	11400	55460	514	96.91	19.54	23189	12000	58379	541	102.01	20.57
900	28	22	19	22030	12768	56828	534	98.31	19.82	23189	13440	59819	562	103.48	20.86
900	9	25	19	23850	4050	51750	434	95.71	19.32	25105	4263	54474	457	100.75	20.34
900	12	25	19	23850	5400	53100	454	97.08	19.59	25105	5684	55895	478	102.19	20.62
900	14	25	19	23850	6300	54000	468	98.00	19.78	25105	6632	56842	492	103.16	20.82
900	16	25	19	23850	7200	54900	481	98.92	19.96	25105	7579	57789	506	104.13	21.01
900	19	25	19	23850	8550	56250	501	100.29	20.24	25105	9000	59211	528	105.57	21.31
900	22	25	19	23850	9900	57600	521	101.67	20.52	25105	10421	60632	549	107.02	21.60
900	25	25	19	23850	11250	58950	541	103.04	20.80	25105	11842	62053	570	108.46	21.89
900	28	25	19	23850	12600	60300	561	104.42	21.07	25105	13263	63474	591	109.92	22.18









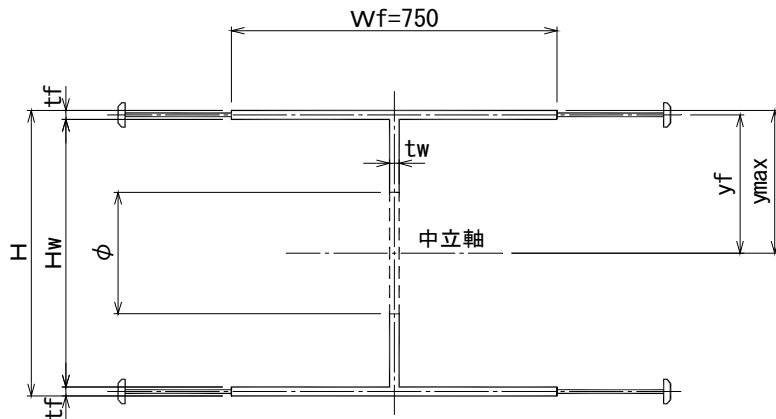








## 2) GH-Hの断面性能表



H : 部材高さ  
 WF : フランジ幅  
 tf : フランジ厚  
 tw : ウェブ厚

### 断面諸元計算式

- 中立軸よりフランジ
  - 断面の重心位置までの距離 :  $y_f = (H - t_f) / 2$
- 最大縁端距離 :  $y_{max} = y_f + t_f / 2$
- ウェブの高さ :  $H_w = H - 2 \cdot t_f$
- ウェブの断面二次モーメント :  $I_w = t_w \cdot H_w^3 / 12$
- フランジの断面積 :  $A_f' = 750 \cdot t_f$
- フランジの断面二次モーメント :  $I_f = 750 \cdot t_f^3 / 12$
- 1本当たりの断面性能
  - 断面積 フランジ :  $A_f = 2 \cdot A_f'$
  - ウェブ :  $A_w = t_w \cdot H_w$
  - 全体 :  $\Sigma A = A_f + A_w$
  - 重量 :  $W = 0.00785 \cdot \Sigma A$
  - 断面二次モーメント :  $I = 2 \cdot I_f + 2 \cdot A_f' \cdot y_f^2 + I_w$
  - 断面係数 :  $Z = I / y_{max}$
- 壁長1メートル当り(有効幅  $b = 0.95m$ )
  - 断面積 フランジ :  $A_{fo} = A_f / b$
  - ウェブ :  $A_{wo} = A_w / b$
  - 全体 :  $\Sigma A_o = \Sigma A / b$
  - 重量 :  $W_o = W / b$
  - 断面二次モーメント :  $I_o = I / b$
  - 断面係数 :  $Z_o = Z / b$

※ 断面性能はウェブ開口を考慮した値とする。

※ 重量はウェブ開口を無視した値とする。





























付録2 鋼製地中連続壁文献リスト

(平成28年4月1日現在)

発表論文一覧

- 1) 中澤亨、浅利城太郎、伊勢寿一、沖本真之：鋼製連続地中壁の実証施工、土木施工 31 巻10号、1990.10
- 2) 沖本真之、藤井康盛、河原繁夫：有孔鋼製エレメント合成構造に関する実験的研究（その1）、—曲げ耐荷性能—、土木学会第46回年次学術講演会第I部門、1991.9
- 3) 藤井康盛、沖本真之、河原繁夫：有孔鋼製エレメント合成構造に関する実験的研究（その2）、—せん断耐荷性能—、土木学会第46回年次学術講演会第I部門、1991.9
- 4) 田崎和之、龍田昌毅、沖本真之、河原繁夫：基礎工におけるニューフロンティア、土留めにおける先端技術の応用とその動向、省力化、スペースの都市型鋼製地中連続壁、基礎工 1992.1
- 5) 下田修、気仙哲夫、田崎和之：特集・地中連続壁工法、鋼製連壁工法による大深度山留壁の施工、土木技術 47 巻2号 1992.2
- 6) 山崎勉、気仙哲夫、田崎和之、田鎖隆：大深度山留め壁の施工と計測（その1）、（鋼製連続地中壁の施工）、日本建築学会大会学術講演、1992.8
- 7) 八重樫光、下田修、長谷幸一：大深度山留め壁の施工と計測（その2）、（鋼製連続地中壁山留めの計測）、日本建築学会大会学術講演、1992.8
- 8) 平井孝典、橘大介、田中慎一、河原繁夫、小門武：鋼製連壁（透過型）における水中コンクリートの充填性実験、土木学会第47回年次学術講演会第V I部門、1992.9
- 9) 石原公明、早川雅彦、田中猛、田崎和之、龍田昌毅：鋼製連壁（継手透過型）における水中コンクリートの充填性実験、土木学会第47回年次学術講演会第V I部門、1992.9
- 10) 田中慎一、中原邦昭、渡辺俊雄、田崎和之、河原繁夫：鋼製エレメント接合部における端部処理実験、土木学会第47回年次学術講演会第V I部門、1992.9
- 11) 前孝一、西海健二、河原繁夫、長澤保紀：開孔を有するH形鋼とコンクリートとの合成構造の力学性状（その1）、曲げ性状、土木学会第48回年次学術講演会、1993.9
- 12) 沖本真之、広沢規行、河原繁夫、長澤保紀：開孔を有するH形鋼とコンクリートとの合成構造の力学性状（その2）、せん断性状、土木学会第48回年次学術講演会、1993.9
- 13) 葛拓造、広沢規行、河原繁夫、長澤保紀：開孔を有するH形鋼とコンクリートとの合成構造の力学性状（その3）、RC梁との接合部の性状、土木学会第48回年次学術講演会、1993.9
- 14) 宮崎太、酒井邦登、渋沢重彦、河原繁夫、龍田昌毅：鋼製地中連続壁の中詰めコンクリートおよび鋼材のひずみ、—中詰めコンクリートを有する鋼製地中連続壁の水平方向はり曲げ試験（その3）—、土木学会第48回年次学術講演会、1993.9
- 15) 渋沢重彦、酒井邦登、宮崎太、広沢規行、龍田昌毅：面外曲げを受ける鋼製地中連続壁

- のひびわれおよび破壊状況、一中詰めコンクリートを有する鋼製地中連続壁の水平方向はり曲げ試験（その2）一、土木学会第48回年次学術講演会、1993.9
- 16) 酒井邦登、渋沢重彦、宮崎太、葛拓造、龍田昌毅：鋼製地中連続壁の水平方向はり曲げ試験の概要、一中詰めコンクリートを有する鋼製地中連続壁の水平方向はり曲げ試験（その1）一、土木学会第48回年次学術講演会、1993.9
  - 17) 龍田昌毅、田崎和之、河原繁夫、広沢規行、水谷善行：鋼製地中連続壁（NS-BOX）と床版接合部の強度試験、土木学会第48回年次学術講演会、1993.9
  - 18) 水谷善行、龍田昌毅、河原繁夫、田崎和之、広沢規行：鋼製地中連続壁と床版接合部の設計法に関する考察、土木学会第48回年次学術講演会、1993.9
  - 19) 田崎和之、石田宗弘、河原繁夫、龍田昌毅：鋼製連壁部材（NS-BOX）の実大曲げ試験、土木学会第48回年次学術講演会、1993.9
  - 20) 石原公明、田中猛、谷口裕史、田崎和之、龍田昌毅：鋼製地中連続壁実大規模コンクリート充填試験の概要、土木学会第48回年次学術講演会、1993.9
  - 21) 地下鉄7号線後楽園駅地下連続壁工事、日経コンストラクション、1993.6
  - 22) 松田輝雄、桑田幸男：地下鉄南北線（仮称）後楽園駅建設工事、土木施工34巻9号、1993.9
  - 23) 田中猛：Development and Application of Steel Diaphragm Wall Method、東南アジア海洋セミナー、1992.10
  - 24) 小椋進、向中野等：立坑工事に採用した鋼製地中連続壁工法について、平成5年度施工技術報告会（土質工学会、土木学会、日本建築機械化協会）、1994.1.20
  - 25) 酒井邦登、毎田敏郎、広沢規行、龍田昌毅：中詰めコンクリートを有する鋼製地中連続壁の2方向版利用の可能性、土質工学会「土と基礎」平成6年3月号、1994.3
  - 26) 田崎和之、広沢規行、古部浩、中澤亨：Development of Steel Diaphragm Wall Method、International Congress of Tunnelling and Ground Conditions、1994.4
  - 27) 佐藤英二、青木雅路、丸岡正夫、加倉井正昭：ソイルセメント柱列壁の鋼材を用いた合成地下壁工法、基礎工、1994.5
  - 28) 田崎和之、龍田昌毅、広沢規行、今福健一郎：鋼製地中連続壁の水平方向合成構造梁の力学性状（その1）、曲げ性状、土木学会第49回年次学術講演会、1994.9
  - 29) 広沢規行、今福健一郎、龍田昌毅、石田宗弘：鋼製地中連続壁の水平方向合成構造梁の力学性状（その2）、せん断性状、土木学会第49回年次学術講演会、1994.9
  - 30) 龍田昌毅、田崎和之、石田宗弘、田中猛、谷口裕史：鋼製地中連続壁工法コンクリート充填実験、土木学会第49回年次学術講演会、1994.9
  - 31) 酒井邦登、渋沢重彦、勝木太、広沢規行、龍田昌毅：鋼製地中連続壁の水平方向曲げ耐力の評価、一中詰めコンクリートを有する鋼製地中連続壁の水平方向はり曲げ試験（その4）一、土木学会第49回年次学術講演会、1994.9
  - 32) 渋沢重彦、酒井邦登、勝木太、広沢規行、龍田昌毅：鋼製地中連続壁の水平方向曲げ剛性の評価、一中詰めコンクリートを有する鋼製地中連続壁の水平方向はり曲げ試験（その

- 5) 一、土木学会第 49 回年次学術講演会、1994. 9
- 33) 石田宗弘、田崎和之、龍田昌毅、広沢規行：中詰めコンクリートを有する鋼製連壁部材 (NS-BOX) の実大曲げ試験、土木学会第 49 回年次学術講演会 1994. 9
- 34) 山菅正人、酒井邦登、小田弘登、尾上宏一郎：狭隘地におけるシールド到達立坑での鋼製地中連続壁の計画、土木学会第 49 回年次学術講演会、1994. 9
- 35) 小田弘登、吉原順一、安田秀幸：感潮河川直下の雨水渠築造工事、一岩盤泥水加圧式シールドと到達立坑鋼製地中連続壁一、土木学会第 49 回年次学術講演会 1994. 9
- 36) 酒井邦登、勝木太、広沢規行、龍田昌毅：鋼製地中連続壁の水平方向面外曲げ性能に関する実験的研究、土木学会論文集 No. 501/ I -29, 1994. 10
- 37) 広沢規行、龍田昌毅、今福健一郎、田崎和之、石田宗弘：鋼製地中連続壁の水平方向面外耐荷挙動、鉄鋼協会秋季講演会、1994. 10
- 38) 高田幹雄、青木久勝、鷺見博由、酒井邦登、渋沢重彦：2 方向版利用鋼製地中連続壁の計画と施工、一東横線複々線化工事に伴う目黒駅改良工事一、土木施工 36 巻 3 号、1995. 3
- 39) 梶ヶ谷勝、神田憲和：下水道立坑工事における機械化施工、土木施工 36 巻 6 号、1995. 5
- 40) 酒井邦登、渋沢重彦、高木一、高田幹雄、青木久勝：鋼製地中連続壁の 2 方向版的利用に関する解析的検討、第 30 回土質工学研究発表会、1995. 7
- 41) 酒井邦登、渋沢重彦、勝木太、広沢規行、石田宗弘：鋼製地中連続壁の水平方向曲げ性能に関する実験的研究、第 30 回土質工学研究発表会、1995. 7
- 42) 酒井邦登、渋沢重彦、鷺見博由、高田幹雄、大石良一：2 方向版的利用鋼製地中連続壁の施工、第 30 回土質工学研究発表会、1995. 7
- 43) 霜上民生、児玉大三郎：鋼製地中連続壁を採用した共同溝立坑の施工、土木技術 50 巻 8 号、1995. 8
- 44) 梶ヶ谷勝、中村益美、佐藤一則：狭隘な住宅街での鋼製地中連続壁工法による大深度円形立坑の施工、土木技術 50 巻 8 号、1995. 8
- 45) 広沢規行、今福健一郎、田崎和之、石田宗弘：鋼製地中連続壁の水平方向合成構造梁のせん断耐荷挙動、土木学会第 50 回年次学術講演会 1995. 9
- 46) 渋沢重彦、酒井邦登、鷺見博由、高田幹雄、大石良一、青木久勝：2 方向版的利用鋼製地中連続壁の施工、土木学会第 50 回年次学術講演会、1995. 9
- 47) 酒井邦登、渋沢重彦、高田幹雄、大石良一、青木久勝：鋼製地中連続壁の 2 方向版的利用に関する解析的検討、土木学会第 50 回年次学術講演会、1995. 9
- 48) 澤本正司、斉木公嗣良、堀浩之、酒井邦登、渋沢重彦、田中卓也：鋼製地中連続壁円形立坑の施工、土木学会第 50 回年次学術講演会、1995. 9
- 49) 澤本正司、斉木公嗣良、堀浩之、酒井邦登、渋沢重彦、田中卓也：鋼製地中連続壁円形立坑の計画、土木学会第 50 回年次学術講演会、1995. 9
- 50) 原田正則、酒井邦登、金子一人、小田弘登、安田秀幸、室園和宏：鋼製地中連続壁立坑におけるシールド自力切削による到達工、土木学会第 50 回年次学術講演会、1995. 9



- 51) 小田弘登、安田秀幸、金子一人、酒井邦登：狭隘地における鋼製地中連続壁の計画と施工、下水道唐人第2雨水幹線築造工事一、土木技術 50 卷 10 号、1995. 10
- 52) 田崎和之、前孝一：鋼製地中連続壁工法の設計と施工、基礎工、1995. 11
- 53) 小田弘登、安田秀幸、金子一人、酒井邦登：河川直下の岩盤をシールドで掘進、一福岡市下水道唐人第2雨水幹線築造工事一、トンネルと地下、1996. 3
- 54) 大日向尚巳、澤本正司、斉木公嗣良、酒井邦登：円形立坑を鋼製地中連続壁で施工、一調布共同溝工事一、トンネルと地下、1996. 6
- 55) 酒井邦登、渋沢重彦、遠藤方伯、高田幹雄、大石良一、青木久勝：鋼製地中連続壁の現場計測結果とその解析（その1：変形）、第31回地盤工学研究発表会、1996. 7
- 56) 渋沢重彦、酒井邦登、高田幹雄、大石良一、青木久勝：鋼製地中連続壁の現場計測結果とその解析（その2：壁体応力）、第31回地盤工学研究発表会、1996. 7
- 57) 酒井邦登、渋沢重彦、遠藤方伯、高田幹雄、大石良一、青木久勝：鋼製地中連続壁の現場計測結果とその解析（その1：変形）、土木学会第51回年次学術講演会、1996. 9
- 58) 渋沢重彦、酒井邦登、高田幹雄、大石良一、青木久勝：鋼製地中連続壁の現場計測結果とその解析（その2：壁体応力）、土木学会第51回年次学術講演会、1996. 9
- 59) 玉野富雄：最新の山留の工法、基礎工、1997. 8
- 60) 大日向尚巳、斉木公嗣良、酒井邦登、田中卓也：鋼製地中連続壁を用いたシールド到達立坑の施工ー調布共同溝 No. 1 到達立坑の施工事例ー基礎工、1997. 8
- 61) 大西隆、森川一弘：鋼製地中連続壁工法ー地下鉄7号線伯楽橋換気口工事ー基礎工、1997. 8
- 62) 今福健一郎、田崎和之、広沢規行：モルタルを充填したパイプ状嵌合継手構造の力学的挙動、土木学会第52回年次学術講習会、1997. 9
- 63) 田崎和之、石田宗弘、今福健一郎：鋼製連壁部材 NS-BOX (GH-H) の実大曲げ試験、土木学会第52回年次学術講習会、1997. 9
- 64) 今福健一郎、広沢規行、田崎和之、石田宗弘：鋼製地中連続壁の水平方向せん断補強部材のせん断耐荷挙動、第25回関東支部技術研究発表会、1998. 3
- 65) 小林勉、鹿島隆、武藤和久：大深度鋼製地中連続壁、MM21線高島駅工区、トンネルと地下、第30卷1号、1999. 1
- 66) 鋼・コンクリート複合構造の理論と設計（2）応用編：設計編、土木学会、1999. 4
- 67) 諸橋敏夫、金子鎮雄、舘智秀：埼玉高速鉄道赤山立坑工事、基礎工、1999. 12
- 68) 田中慎一、菅沼忠男、熊井伸人：三田川分水施設建設工事における鋼製地中連続壁工事、基礎工、1999. 12
- 69) 酒井邦登：タイ・バンコク地下鉄 S I L O M 駅工事、基礎工、1999. 12
- 70) 広沢規行、豊島径、田崎和之、石田宗弘：鋼製地中連続壁との一体壁の鉛直方向せん断耐荷挙動について、土木学会第55回年次学術講習会、2000. 9
- 71) 今福健一郎、広沢規行、豊島径、田崎和之、石田宗弘：鋼製地中連続壁との一体壁の水

- 平方向曲げ耐荷挙動について、土木学会第 55 回年次学術講習会、2000. 9
- 72) 豊島径、広沢規行、田崎和之、石田宗弘：鋼製地中連続壁との一体壁の水平方向せん断耐荷挙動について、土木学会第 55 回年次学術講習会、2000. 9
- 73) 鋼：コンクリート複合構造の理論と設計（2）応用編：設計編、土木学会、2000. 5
- 74) 高山智宏、村田清満、広沢規行、田崎和之、姉川治：鋼製連続壁を本体利用した関前トンネルの設計法、鉄道総研報告第 14 巻第 8 号、2000. 8
- 75) 鉄道構造物等設計標準・同解説 開削トンネル、国土交通省鉄道局監修、鉄道総合技術研究所編、2001. 3
- 76) Minoru WADA : Otsu Discharge Channel Tunnel、Tunnelling Activities in Japan 2000、Japan Tunnelling Association.
- 77) 渋沢重彦、田中卓也、田崎和之、石田宗弘：ソイルセメント鋼製地中連続壁その 1 / 施工性確認実験、土木学会第 56 回年次学術講演会、2001. 10
- 78) 田崎和之、広沢規行、石田宗弘、今福健一郎：ソイルセメント鋼製地中連続壁その 2 / 床版接合部の繰り返し耐荷特性、土木学会第 56 回年次学術講演会、2001. 10
- 79) 渋沢重彦、田崎和之、渡辺宏志：ソイルセメント鋼製地中連続壁工法の開発、第 2 4 回日本道路会議、2001. 10
- 80) Hall, J. T., Munson S. R., and Sakai, K. (2001). "Si Lom Underground Station, Bangkok, Design for Unusual Planning Challenges", Symposium on Underground Construction of Bangkok MRT Chaloem Ratchamongkhon Line, EIT, MRTA, Bangkok, Thailand, pp. 58-68
- 81) 創立 10 周年記念誌、鋼製地中連続壁協会、2002. 11
- 82) Sakai, K. and Tazaki, k. (2003). "Development and Applications of Diaphragm Walling With Special Section Steel - NS-BOX", Tunnelling and Underground Space Technology, Vol. 18/2-3 pp. 283-289
- 83) 田崎和之、渋沢重彦、清崎弘二、田中卓也：ソイルセメント鋼製地中連続壁の開発、基礎工、2003. 4、PP65-68
- 84) Tazaki, K., Matsui, T., Hirai, M., Sakai, k. : Development Process and Application of NS-BOX Diaphragm Wall, Proceedings of The Thirteenth (2003) International Offshore and Polar Engineering Conference, pp. 689-696, 2003.
- 85) 田崎和之：鋼製地中連続壁の設計施工技術の開発に関する研究、学位論文、2003. 11
- 86) 国土技術開発賞入賞：鋼製地中連続壁工法、土木技術、2004. 3
- 87) 田崎和之、広沢規行、今福健一郎：鋼製連壁とコンクリート床版接合部の構造特性に関する実験的研究、土木学会論文集、No. 763/VI-63、PP163-173、2004. 6
- 88) 吉田弘明、落河和洋、清崎弘二：空頭制限下における鋼製地中連続壁工法の施工（福岡 202 号外環状共同溝立坑工事：高架下施工）、基礎工、2004. 11
- 89) 地盤工学・実務シリーズ 20、地中連続壁工法、地盤工学会、PP203-260、2004. 11
- 90) Sakai, K., Tazaki, K. and Kamenoi, T. (2006). "Development of NS-Box Diaphragm Wall

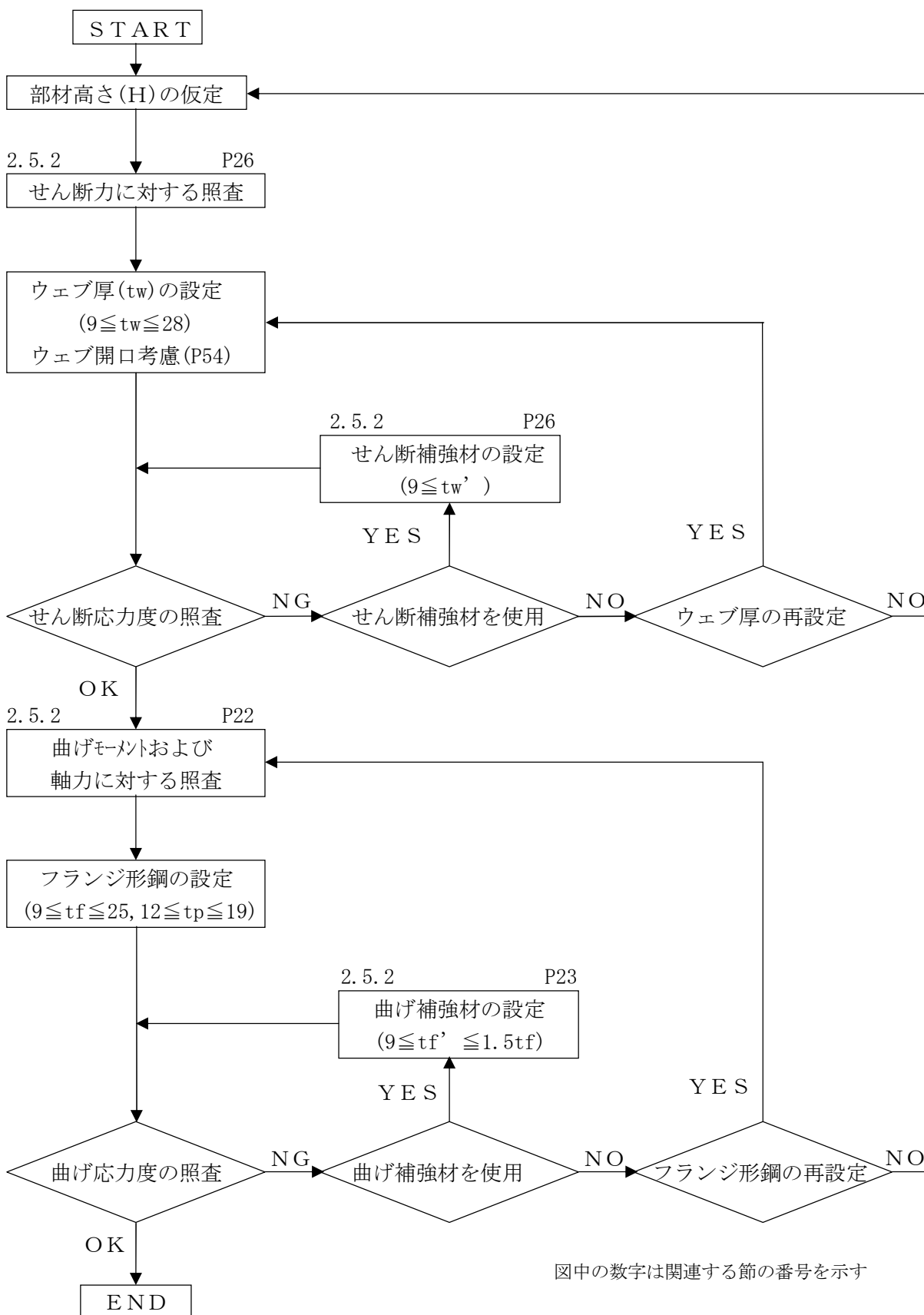
and Applications to Bangkok Metro”, International Symposium on Underground Excavation and Tunnelling (Urban Tunnel Construction for Protection of Environment), Bangkok, Thailand, pp.413-423.

- 91) トンネル標準示方書 開削工法・同解説、土木学会、PP108-113、2006.7
- 92) 大西亮、大住元豊：都心幹線道路下の大規模換気所の大深度施工、財団法人日本トンネル協会主催第59回施工体験発表会(都市)－密集した市街地におけるトンネル工事－、PP73-80、2006.11
- 93) 熊谷純、塚田利彦、佐々木順一、田崎和之：ソイルセメント鋼製地中連続壁による自立式道路擁壁の施工、土木学会第62回年次学術講演会、VI-265、PP529-530、2007.10
- 94) 渡邊健司、齋藤純一、大住元豊：大深度開削トンネルで路下施工した地中連続壁(鋼製壁式)の設計施工、PP32-35、基礎工、2007.12
- 95) 佐久間誠也、大西亮、大住元豊：大深度大規模開削工事の急速施工とコストダウン、(有)日本プロジェクト・リサーチ、「大深度立坑」の急速施工とコストダウン PP1-11、2008.3
- 96) 大越英昭、辻匡明、森等、葛拓造：ソイルセメント鋼製地中連続壁による地下構造物の施工、土木学会第64回年次講演会、2009,10
- 97) 大越英昭、辻匡明、森等：ソイルセメント鋼製地中連続壁による地下構造物の施工、鋼構造年次論文報告集、18巻、PP181-184、2010.11
- 98) 藪本 篤、長田 光正、井上 隆広：ソイルセメント鋼製地中連続壁の本体利用およびスラブ接合部に関する実験検討、トンネル工学報告集大20巻、PP359-366、2010.11
- 99) 佐久間 誠也：最近の土留め・仮締切り工法の特徴と課題、PP6-10、基礎工、2012.3
- 100) 葛 拓造：ソイルセメント鋼製地中連続壁工法による山留め・立坑への適用、基礎工、PP151-154、2011.9
- 101) 葛 拓造：地中連続壁を本体として用いる場合の施工上の留意点、基礎工、PP26-39、2013.6
- 102) 村田 隆志：都市部におけるCSM工法による鋼製連壁の施工、基礎工、PP-36-38、2013.6
- 103) 佐久間 誠也、佐々木 順一、前田 博司：仙台北四番丁大衝線自立式道路擁壁の施工、基礎工、PP45-47、2013.6
- 104) 玉田 康一、岩住 知一、生川 寛之、大島 正資：壁厚1.7m鋼製地中連続壁を本体利用した施工事例、基礎工、PP-42-44、2013.6
- 105) 友廣 裕亮、久保寺 家光、宮元 克洋：谷津船橋IC OFFランプにおける鋼製連壁の施工－東関東自動車道谷津船橋インターチェンジ工事－、基礎工、PP39-41、2013.6

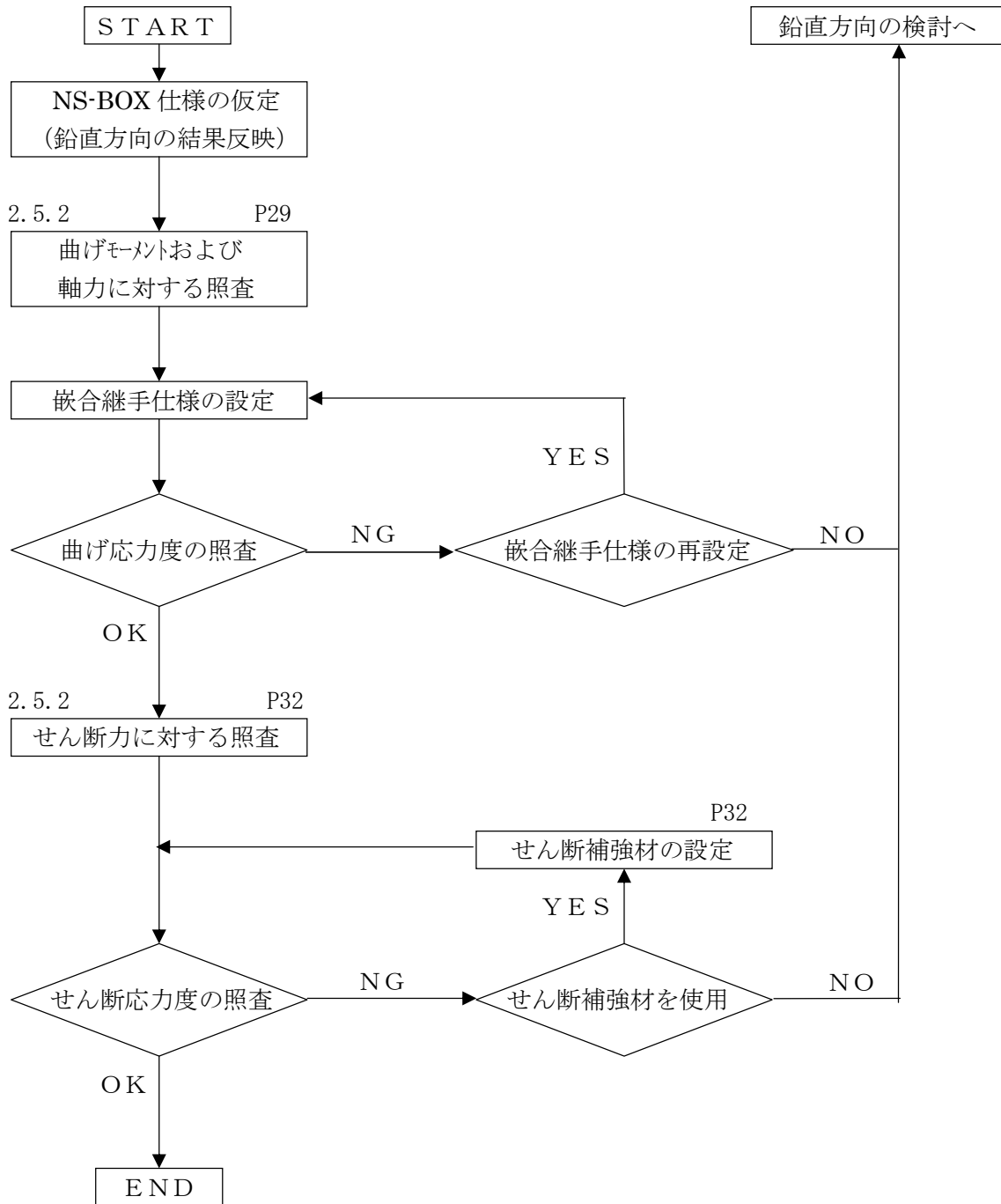
---

# 参 考

参考1 NS-BOX の設計フロー (鉛直方向)



参考1 NS-BOX の設計フロー(水平方向)



参考2 性能照査型設計法について

開削工法における性能照査型設計法の動向を以下に述べる。

(a) 鉄道構造物等設計標準・同解説 開削トンネル 国土交通省鉄道局監修 鉄道総合研究所編：平成13年3月

本標準は、本体構造物の設計法に限界状態設計法を全面的に導入し、地下連続壁の本体利用について設計法が示され、鋼製地下連続壁など新しい構造部材の設計法が示されている。その詳細は「8.5 鋼製地下連続壁の設計法」によると、本体利用する場合の安全性の検討は、「施工時の終局限界状態および完成時の終局限界状態と使用限界状態に対して行う」と記載され、設計方法が示されている。また、部分安全係数に関しては解説表4.5-1に部分安全係数の標準的な値が示されているが、鋼製地下連続壁に特有な異形鉄筋スタッドや接合用高力ボルト、接合継手に関しては明記されていない。

しかし、「鋼製地下連続壁を本体利用する場合の設計施工指針（案）（財）鉄道総合技術研究所H14.11」には異形鉄筋スタッドや接合用高力ボルト、接合継手に関する部分安全係数が詳細に明記されている。ここに、部分安全係数の標準的な値を表-参2.1で紹介する。

なお、限界状態設計法による試算例は地盤工学会発行の「地中連続壁工法」にわかりやすく記載されている。

表-参2.1 鋼製地下連続壁の部分安全係数一覧表

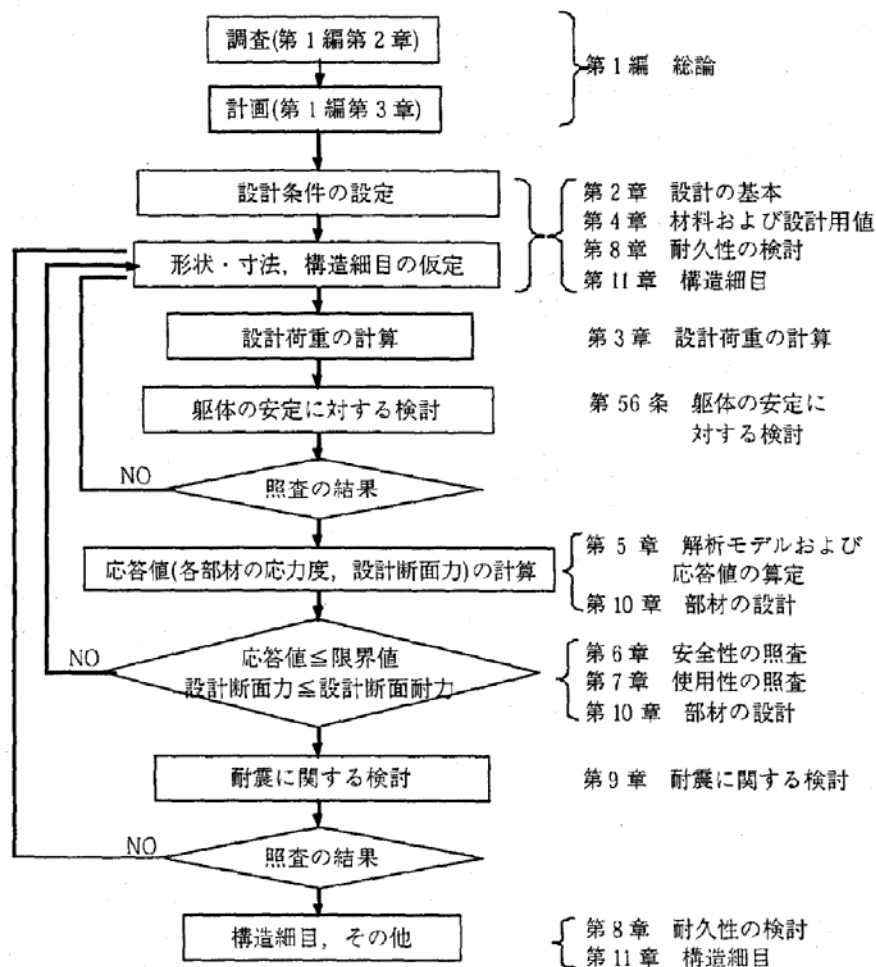
	荷重係数 $\gamma_f$	構造解析係数 $\gamma_a$		部材係数 $\gamma_b$		構造物係数 $\gamma_i$		材料係数 $\gamma_m$						地盤調査係数 $f_g$	$\rho_m$
		鋼構造	RC	鋼構造	RC	鋼構造	RC	RC $\gamma_c$	鉄筋 $\gamma_r$	構造用鋼材 $\gamma_s$	異形鉄筋スタッド	接合用高力ボルト	嵌合継手		
終局限界状態	1.0 ~1.1	1.0	1.0	1.05	1.15~ 1.3*1	1.0 ~ 1.2	1.0 ~ 1.2	1.3	1.0~ 1.15*2	1.05 ~1.1	1.0~ 1.15	1.05	1.3	-	考慮する
使用限界状態	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	-	1.0

注1：終局限界状態の検討に用いる偶発荷重に対する荷重係数は1.0を標準とする。

(b) 『「2006年制定」トンネル標準示方書「開削工法」・同解説』：土木学会

土木学会では平成18年7月に、土木学会では、従来から使用してきたトンネルの設計法を許容応力度設計法から限界状態設計法に全面的に移行した。『限界状態設計法は、昭和61年制定の「コンクリート標準示方書 設計編」以来実績を有するものである。今回「開削工法編」の改定で、限界状態設計法を開削トンネルの設計の設計法を限界状態設計法に移行している。開削トンネルに関する国内外の限界状態設計法について調査・検討結果、限界状態設計法の導入にあたって課題となる荷重等の検討内容も記載されている。本編は、これらの成果に基づいて各条文が作成されている。開削トンネルを限界状態設計法に基づいて設計する場合は、本編によるものとしている。ただし、仮設構造物については適用されない。』と記載されている。

限界状態設計法に基づいた開削トンネルの設計の流れを図-参2.1に示す。また、部分安全係数の標準的な値を表-参2.2に示す。



図一参 2.1 開削トンネルの設計フロー

表一参 2.2 開削トンネルの部分安全係数一覧表 (土木学会)

	荷重係数 $\gamma_f$	構造解析係数 $\gamma_a$	材料係数 $\gamma_m$			部材係数 $\gamma_b$	地盤調査係数 $f_g$	構造物係数 $\gamma_i$	$\rho_m$	
			RC $\gamma_c$	鉄筋 $\gamma_r$	構造用鋼材 $\gamma_s$					
終局限界状態	0.8~1.2	1.0	1.3	1.0	1.05	1.15 (1.3)*	0.3~1.0	1.0~1.2	定める	
使用限界状態	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0~1.2	-	
地震時	耐震性能 1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	-	
	耐震性能 2、3 ***	応答値	1.0 適切に定める	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0~1.2	定める
		限界値	1.0~1.2	1.3	1.0 or 1.05	1.0 or 1.05	1.0* 1.1~1.3**	1.0	1.0~1.2	定める

注\* : 変位の限界値

注\*\* : 正負交番荷重がある場合の部材のせん断耐力 1.4~1.6、塑性ヒンジを許容する領域で、曲げ降伏後にせん断破壊が生じる可能性のある場合のせん断耐力の算定では 1.7~2.0 とする。なお、せん断の算定で、材料の実強度を用いる場合は、この値を低減してよい。



注\*\*\*：構造物が保有すべき耐震性能は、構造物の用途、構造物の損傷が人命および機能に与える影響、2次災害の防止、復旧に要する時間や費用等を勘案して、3つの性能に区分されている。耐震性能2は地震後に構造物が使用に必要な耐力が保持され、構造物の機能が短時間で回復できる状態とする性能である。耐震性能3は地震後に構造物が修復不可能となったとしても、構造物全体系が崩壊しない状態とする性能である。

### (c) 信頼性設計法に基づいて部分係数を設定した例

前記のトンネル標準示方書などは部分係数形式の安全性照査法を採用している。しかしながら、これらの設計基準で採用されている部分係数は、海外基準の部分係数を参考にし、旧設計基準と設計断面があまり変わらないような配慮（キャリブレーション）の基に設定されており、安全性の定量的な評価に基づいて設定されているものではないと考えられる。

一方で国際的には、IS02394（構造物の信頼性に関する一般原則）に示されているように、信頼性設計法に基づいて部分係数が設定される。国内においても、港湾基準では改訂により部分係数形式の安全性照査法が採用され、そこで用いる部分係数は信頼性設計法に基づいて定められている。また、道路橋示方書の改訂作業や農水省の設計基準の検討作業においても、信頼性設計法に基づいて部分係数の検討が行われている。

信頼性設計法の特長は、安全性を定量的に評価できることにある。また、安全率が1つだけの安全性照査法に比べると、複数の安全係数を持つ部分係数形式を採用すると安全性レベルをコントロールしやすくなる。

以上を踏まえれば今後の設計法は信頼性設計法に基づいて部分係数を設定するのがよいと考えられる。以下に信頼性設計法に基づき部分安全係数を試算した例を紹介する。

安全係数は、構造物の設計における不確実性および重要度を考慮して、構造物が各限界状態に対して所要の安全性を有していることを保障する係数であり、荷重係数 $\gamma_f$ 、構造解析係数 $\gamma_a$ 、材料係数 $\gamma_m$ 、部材係数 $\gamma_b$ 、地盤係数 $\gamma_r$ および構造物係数 $\gamma_i$ がある。

荷重の特性値から設計断面力を求める過程で荷重係数 $\gamma_f$ と構造解析係数 $\gamma_a$ の安全係数を、また、材料強度の特性と部材の諸元から設計断面耐力を求める過程で材料係数 $\gamma_m$ と部材係数 $\gamma_b$ の2つの安全係数を設定し、さらに、設計断面力と設計断面耐力を比較する段階で構造物係数 $\gamma_i$ を設定した。荷重係数 $\gamma_f$ は、荷重の種類によって変化するとともに、限界状態の種類および検討対象部材への影響によっても異なる。具体的には通常のRC構造の開削トンネル（2連ボックスカルバート）における信頼性解析によって得られた値と参考とした。地盤ばねの算定は、地盤の変形係数のばらつきを考慮した地盤係数 $\gamma_r$ を用いて算定した。構造物係数 $\gamma_i$ には、防災上の重要度、再建あるいは補修に要する費用等経済的要因も含まれる。 $\gamma_i$ は、一般的には1.0～1.2とした。

以上を踏まえ、合成壁構造の開削トンネルにおける安全係数の標準的な値を表一参2.3に示す。この表より、開削トンネルの部分安全係数は地盤係数のうち砂地盤の地盤反力係数や粘性土の静止土圧係数の影響が大きいため、地盤調査係数の決定には留意事項の1つと考えられる。

表一参 2.3 合成壁構造の開削トンネルにおける部分安全係数一覧表

	荷重係数 $\gamma_f$	構造解析係数 $\gamma_a$	部材係数 $\gamma_b$		構造物係数 $\gamma_i$	材料係数 $\gamma_m$					地盤係数		$\rho_m$
			鋼構造	RC		RC $\gamma_c$	$\gamma_r$ 鉄筋 $\gamma_r$	構造用鋼材 $\gamma_s$	頭付きスタッド	接合鉄筋	静止土圧係数	地盤反力係数	
使用限界状態 (常時)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0~ 1.2	1.0	1.0	1.05	1.1	1.2	1.0	1.0	1.0
使用限界状態 (L1 地震動時)	1.00~ 1.05 (注 1)	1.0	1.0	1.1~ 1.3 (注 3)	1.0	1.0	1.0	1.05	1.1	1.2	0.80~ 1.15 (注 2)	0.6~ 1.10 (注 2)	1.0
修復限界状態 (L2 地震動時)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

注 1: 土圧に乗じる部分安全係数を以下とする。

曲げに関する限界状態	1.00
せん断に関する限界状態	1.05

注 2: 地盤定数の影響を考慮する部分安全係数を以下とする。

	土層	限界状態	
		曲げ	せん断
静止土圧係数に乗じる 部分安全係数	砂層	1.00	1.00
	粘土層	0.80	1.15
地盤反力係数を除する 部分安全係数	砂層	0.60	0.80
	粘土層	1.10	1.10

注 3: 部材係数は、断面耐力算定式のばらつきを考慮するための安全係数であるが、コンクリート標準示方書が限界状態設計法へ移行したときから、部材係数の値は変わっていない。合理的な設計基準を作成するためには、実験結果に基づいて部材係数を見直す研究も重要であると思われる。

参考3 溶接カプラーせん断試験

1. 試験の目的

従来のせん断鉄筋継手は、鉄筋を圧着した後施工カプラーを NS-BOX に取り付けた溶接カプラーへ取り付ける方式であったが、床版接合部のさらなる簡易化、コストダウンを目指して開発された簡易型（中継スリーブを省き、ねじ切りした鉄筋を直接溶接カプラーに取り付けるタイプ）の試験を実施し、従来型（前回実施試験）との比較、耐力評価を行うこととした。

2. 試験概要

表-参 3.1 試験パラメーター

試験ケース		異形棒鋼			定着長 (mm)	載荷方法
		呼び径	材質	ねじ切り鉄筋径		
後施工カプラー型	case-1	D29	SD345	—	348 (12d)	漸増繰返し載荷法
	case-2	D38	SD345	—	456 (12d)	単調増加載荷法
ねじ切り鉄筋型	case-1	D29 <sup>**</sup>	SD345	D32	384 (12d)	漸増繰返し載荷法
	case-2	D38 <sup>**</sup>	SD345	D41	492 (12d)	単調増加載荷法

<sup>\*\*</sup>は、ねじ切り部鉄筋径

d：呼び径または、ねじ切り部鉄筋径

載荷方法：「頭付きスタッドの押抜きせん断試験法（案）とスタッドに関する研究の現状」

平成8年11月（社）日本鋼構造協会に準拠した。

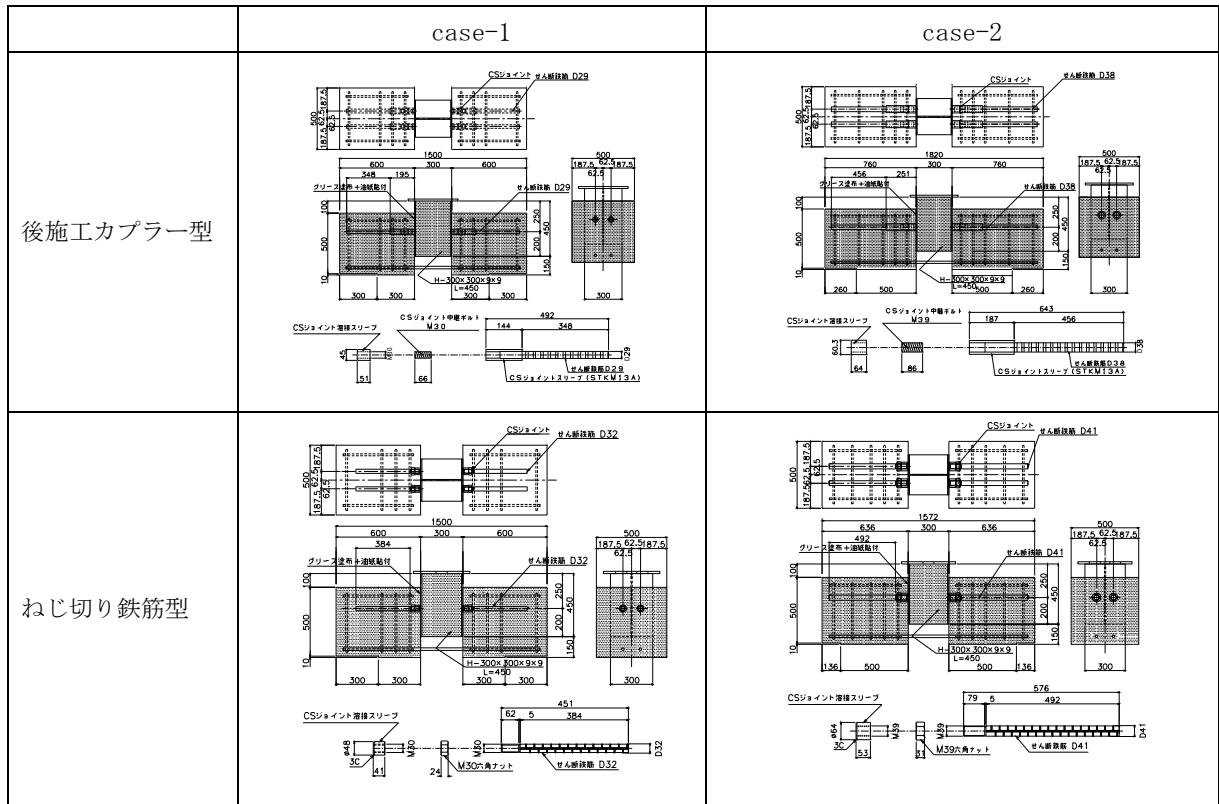


図-参 3.1 試験体・CSジョイント形状図

### 3. 試験結果

#### 3. 1 材料試験結果

表-参 3.2 鋼材の材料試験結果

部 材	材質	降伏強度		引張試験		伸び率 (%)	
		規格値 fsy (N/mm <sup>2</sup> )	試験値 fsye (N/mm <sup>2</sup> )	規格値 fsy (N/mm <sup>2</sup> )	試験値 fsye (N/mm <sup>2</sup> )		
後施工 カプラー型	せん断鉄筋	D29 SD345	345~440	403	490	615	30.7
		D38 SD345	345~440	424	490	641	28.4
	溶接カプラー	φ45 SM490A	325	343	490~610	544	33
		φ60.3 SM490A	325	343	490~610	544	33
	フランジ	PL-9 SS400	245	323	400~510	456	41.8
ねじ切り 鉄筋型	せん断鉄筋	D32 SD345	345~440	407	490	607	27.4
		D41 SD345	345~440	388	490	576	29.9
	溶接カプラー	φ48 SM490A	295	328	490~610	524	32.2
		φ64 SM490A	295	345	490~610	520	33.9
	フランジ	PL-9 SS400	245	273	400~510	414	44.6

表-参 3.3 コンクリート強度試験結果

試験ケース	圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	静弾性係数 (N/mm <sup>2</sup> )	引張強度 (N/mm <sup>2</sup> )	
				現場養生
後施工 カプラー型	case-1	41.2	3.56×10 <sup>4</sup>	2.89
	case-2	44.6	3.75×10 <sup>4</sup>	3.24
ねじ切り 鉄筋型	case-1	43.5	3.42×10 <sup>4</sup>	2.72
	case-2	44.6	3.20×10 <sup>4</sup>	2.91

#### 3. 2 今回の試験における荷重-相対ずれ関係および耐力

##### 降伏荷重の算定方法

試験体 case-1: 「頭付きスタット」の押抜きせん断試験方法(案)とスタットに関する研究の現状(平成8年11月 (社)日本鋼構造協会)に準じて、最大耐力(Pmax)の1/3の割線剛性を0.2mmオフセットした時の荷重値とした。

試験体 case-2: 相対ずれ量が載荷中に減少する現象が発生したため、載荷荷重-試験機ストローク関係による割線より降伏荷重を算定した。

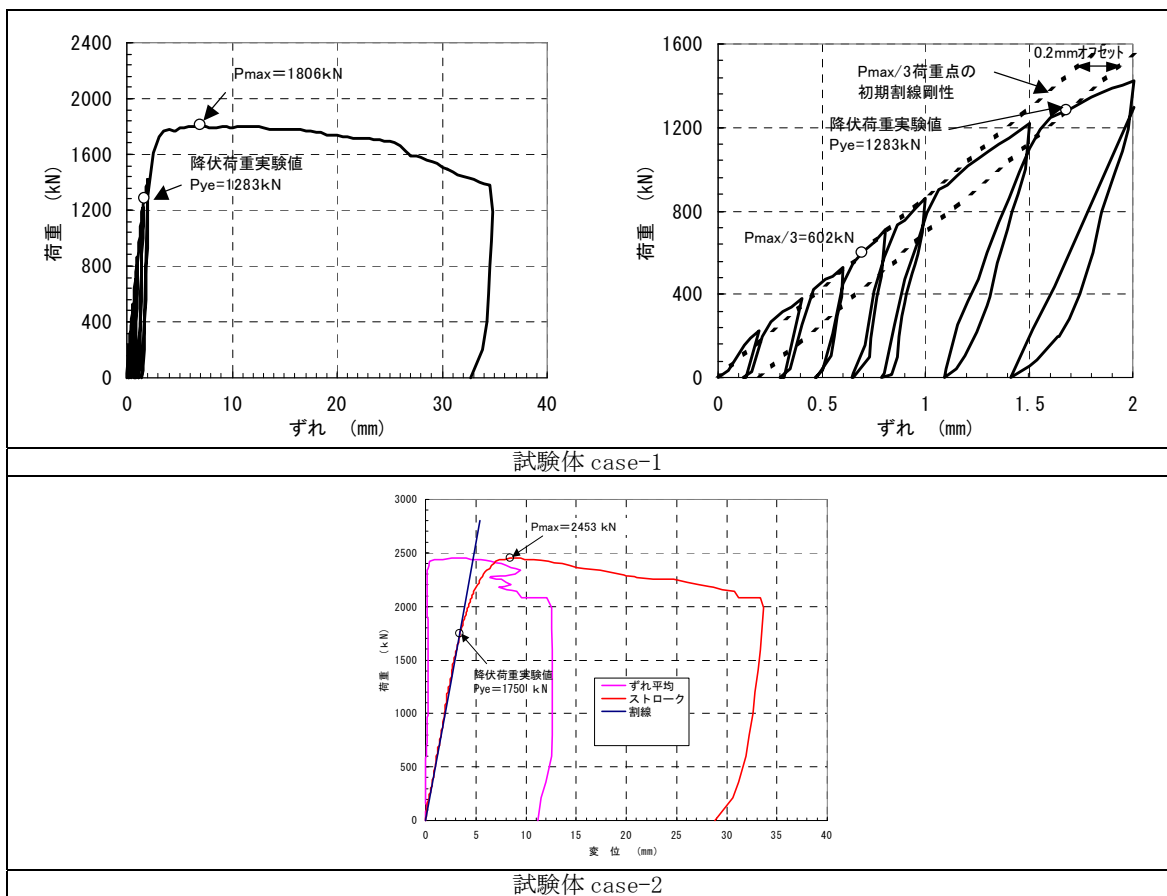


図-参 3.2 降伏荷重算定図

3. 3 耐力のまとめ

表-参 3.4 耐力一覧表

試験ケース	せん断鉄筋						せん断鉄筋1本あたりのせん断耐力 (kN)											せん断鉄筋4本分	
	材質	鉄筋径 (mm)	ねじ部 断面積 (mm <sup>2</sup> )	公称 断面積 (mm <sup>2</sup> )	引張降伏強度 (N/mm <sup>2</sup> )		計算値								実験値		実験値		
					規格値	材料 試験値	計算値								降伏時	最大時	降伏時	最大時	
							V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>	V <sub>4</sub>	V <sub>5</sub>	V <sub>6</sub>	V <sub>7</sub>	V <sub>8</sub>					
d	Ab	A	f <sub>sy</sub>	f <sub>sy,e</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>	V <sub>4</sub>	V <sub>5</sub>	V <sub>6</sub>	V <sub>7</sub>	V <sub>8</sub>	V <sub>ye</sub>	V <sub>max</sub>	V <sub>ye</sub>	V <sub>max</sub>			
後施工カブラー型	CASE-1	SD345	29	-	642	345	403	155	181	133	155	-	-	-	-	178	420	712	1680
	CASE-2	SD345	38	-	1140	345	424	275	338	236	290	-	-	-	294	559	1176	2236	
ねじ切り鉄筋型	CASE-1	SD345	32	561	794	345	407	192	226	164	194	135	160	116	137	321	452	1283	1806
	CASE-2	SD345	41	976	1340	345	388	324	364	277	312	236	265	202	227	438	613	1750	2453

鉄筋

※ V<sub>1</sub>=0.7×A×f<sub>sy</sub>      ※ V<sub>5</sub>=0.7×Ab×f<sub>sy</sub>  
 ※ V<sub>2</sub>=0.7×A×f<sub>sy,e</sub>    ※ V<sub>6</sub>=0.7×Ab×f<sub>sy,e</sub>  
 ※ V<sub>3</sub>=0.6×A×f<sub>sy</sub>      ※ V<sub>7</sub>=0.6×Ab×f<sub>sy</sub>  
 ※ V<sub>4</sub>=0.6×A×f<sub>sy,e</sub>    ※ V<sub>8</sub>=0.6×Ab×f<sub>sy,e</sub>

ネジ部

○「鉄道構造物等設計標準・同解説 開削トンネル」  
 (鉄道総合技術研究所)の方法  
 $V = \mu \times ns \times As \times f_{sy}$

○「鋼管矢板基礎設計施工便覧」  
 (日本道路協会)の方法 --- 鋼製地中連続壁  
 設計施工指針も同じ  
 $V = ns \times As \times \tau_{sy}$

V : 床版接合部の作用せん断力  
 μ : 鋼とコンクリートとの摩擦係数で一般に0.7とする  
 ns : せん断鉄筋本数  
 As : せん断鉄筋1本あたりの断面積  
 f<sub>sy</sub> : 鉄筋の引張降伏応力 (V<sub>1</sub>, V<sub>2</sub>, V<sub>5</sub>, V<sub>6</sub>式)

V : NS-BOX 1本あたりに作用するせん断力  
 ns : せん断鉄筋本数  
 As : せん断鉄筋1本あたりの断面積  
 τ<sub>sy</sub> : 鉄筋の降伏せん断応力 (=f<sub>sy</sub>×0.6) (V<sub>3</sub>, V<sub>4</sub>, V<sub>7</sub>, V<sub>8</sub>式)

表-参 3.5 せん断耐力値比較表 (型別)

	耐力(せん断鉄筋4本分)				比率	
	従来型		簡易型		比率	
	①降伏時 V <sub>ye</sub>	②最大時 V <sub>max</sub>	③降伏時 V <sub>ye</sub>	④最大時 V <sub>max</sub>	③/①	④/②
case-1	712	1680	1283	1806	1.80	1.08
case-2	1176	2236	1750	2453	1.49	1.10

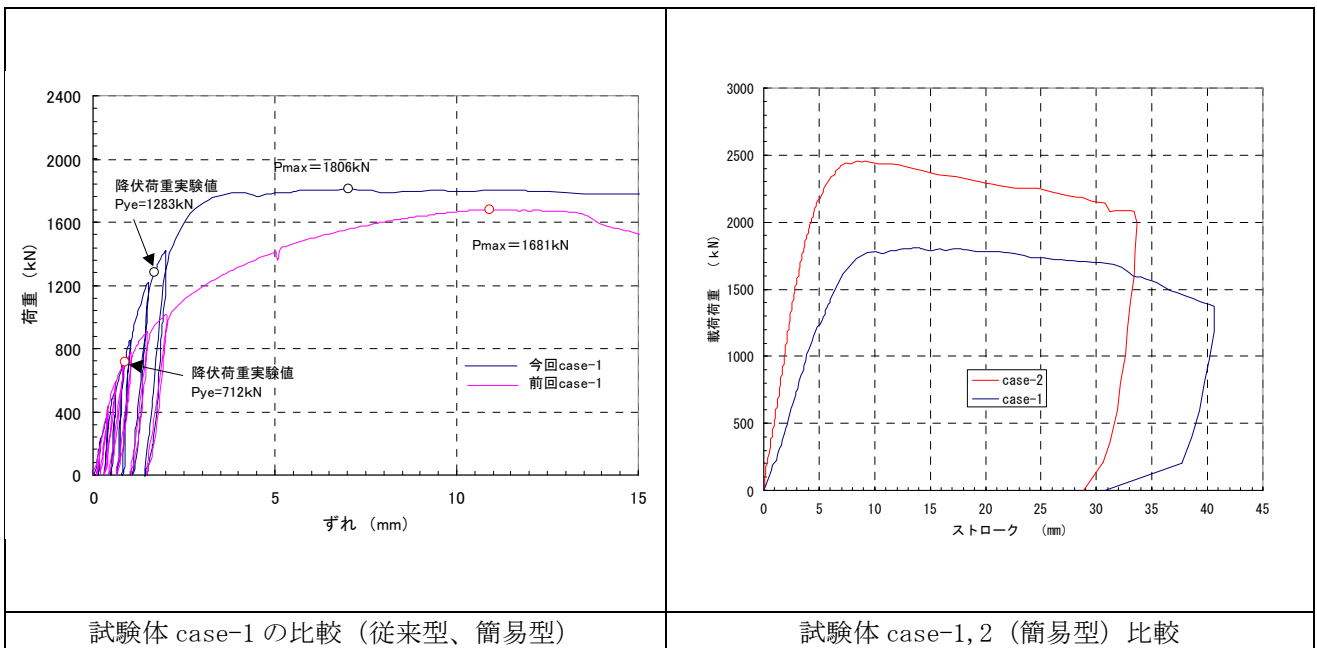


図-参 3.3 耐力比較グラフ

#### 4. 解体調査結果

##### 4. 1 コンクリート部（溶接カプラー近傍のコンクリート状況確認）

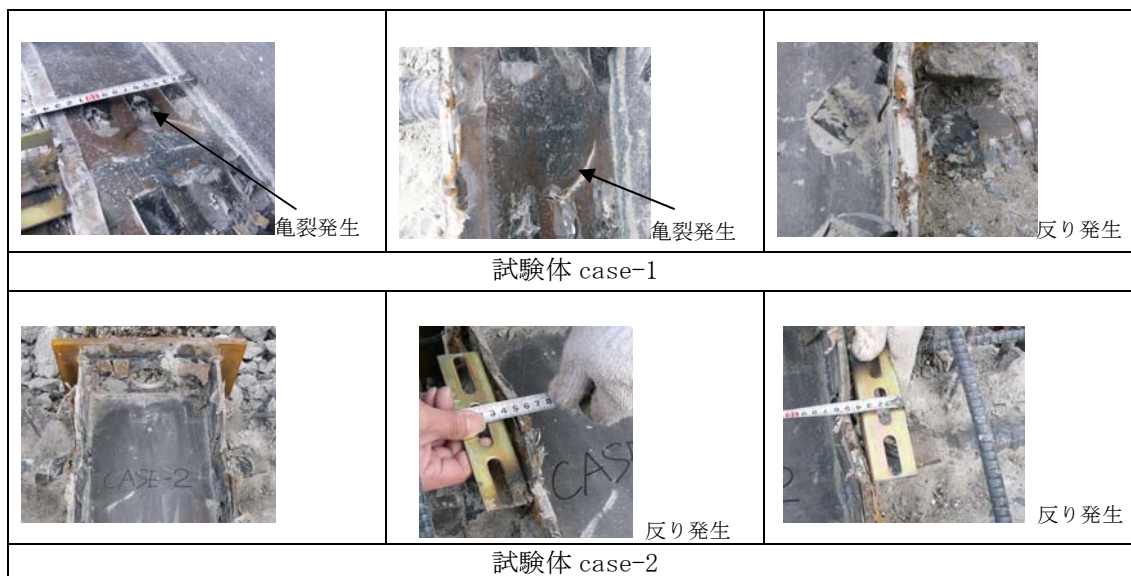
試験体 case-1, 2 とも溶接カプラー上側コンクリート部（载荷側）において、4箇所とも粉体状になっており支圧破壊したものと思われる。一方、溶接カプラー下側コンクリート部においては、その現象は見られず健全であった。（図－参 3.4 参照）



図－参 3.4 溶接カプラー近傍コンクリート状況

##### 4. 2 H形鋼フランジ部

溶接カプラーを取付た全ての箇所においてフランジ部が変形し、試験体 case-1 においては円形状に亀裂も確認できた。（溶接カプラー溶接部を直径とし下側約 60 度範囲）（図－参 3.5 参照）



図－参 3.5 H形鋼フランジ状況

##### 4. 3 せん断鉄筋および溶接カプラー

せん断鉄筋が、H形鋼フランジより case-1 で約 120mm、case-2 で約 100mm の位置を変曲点とし曲げ変形をしていた。（4本とも）（図－参 4.6 参照）ただし、せん断鉄筋先端のネジ切り部において溶接カプラーからの抜け出しおよびネジ山の欠損は確認できなかった。溶接カプラー本体の変形および溶接カプラー溶接部の亀裂は確認できなかった。

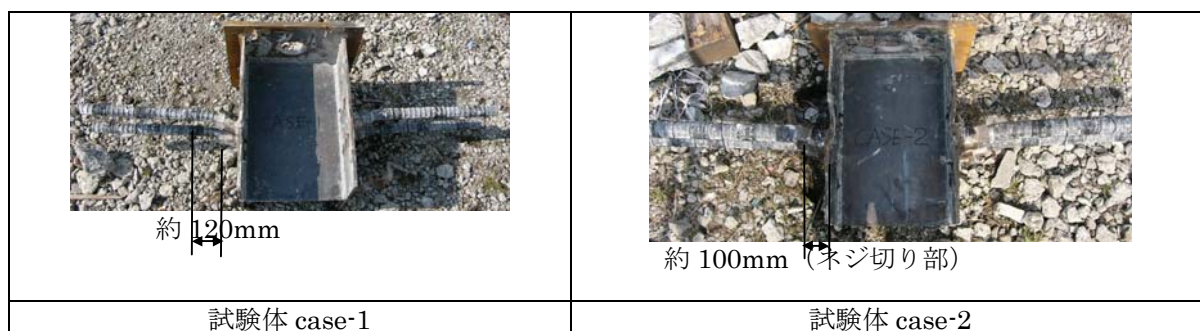


図-参 3.6 セン断鉄筋状況

## 5. まとめ

### 5. 1 耐力について

試験せん断降伏荷重は、材料試験値を用いて計算したせん断耐力計算値 (V6, V8) を 1.7~2.3 倍程度上回った。(表-参 3.4, 5 より)

試験せん断最大荷重は、材料試験値を用いて計算したせん断耐力計算値 (V6, V8) を 2.3~3.3 倍程度上回った。(表-参 3.4, 5 より)

case-2 の降伏および最大せん断荷重は、case-1 の降伏・最大荷重の 1.36 倍程度上回った。これは、溶接カプラーの直径比 1.33 (=  $\phi 64/48$ ) 倍とほぼ一致した。また、case-1, 2 とも、最大荷重と降伏荷重の比率が 1.4 であった。(表-参 3.4, 5 より)

後施工カプラー型の試験結果と比較すると、降伏せん断荷重が 1.5~1.8 倍、最大せん断荷重が 1.1 倍程度いずれも前回の実験値を上回った。(表-参 3.4, 5 より)

### 5. 2 ずれについて

降伏耐力までのずれ剛性は、溶接カプラー径およびせん断鉄筋径が大きいほど高い。(図-参 3.3 より)

### 5. 3 破壊形態について

H形鋼フランジ部の変形およびせん断鉄筋の変形によりコンクリートの支圧破壊が発生したと思われる。

H形鋼フランジ部の変形・亀裂、せん断鉄筋の変形、コンクリートの支圧破壊が見られたにも関わらず載荷荷重の急激な低下も見られず粘り強い構造と言える。

以上より、ねじ切り鉄筋型は後施工カプラー型の耐力を上回り、CSジョイント本体(溶接カプラー、ナット、ねじ切りせん断鉄筋)の亀裂等の破壊も発生しておらず、今回検証したねじ切り鉄筋型の適用は問題がないと思われる。

## 6. 設計提案

### 6. 1 耐力評価式

破壊形態がコンクリートの支圧破壊である事から、支圧破壊の耐力を規定しているH形鋼を芯材とする土留め壁本体利用の設計手引きを用いて評価耐力式の検討、見直しを行う。

#### ①「鋼管矢板基礎設計施工便覧」の方法

$$V_1 = 0.6A_s \times f_{sy}$$

ここに、 $V_1$  : せん断鉄筋 1 本あたりのせん断耐力 (降伏耐力) (N)  
 $A_s$  : せん断鉄筋 1 本あたりの断面積 ( $\text{mm}^2$ )



$f_{sy}$  : せん断鉄筋の引張降伏応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

② 「H形鋼を芯材とする土留め壁本体利用の設計手引き」(日本トンネル技術協会)の方法

$$V_2 = 0.5 \times A_s (f'_{ck} \times E_c)^{1/2}$$

ここに、 $V_2$  : せん断鉄筋 1 本あたりのせん断耐力 (終局耐力) (N)

$A_s$  : せん断鉄筋 1 本あたりの断面積 (mm<sup>2</sup>)

$f'_{ck}$  : コンクリートの設計基準強度 (N/mm<sup>2</sup>)

$E_c$  : コンクリートの弾性係数 (N/mm<sup>2</sup>)

ただし、 $\sqrt{f'_{ck} \times E_c} \geq 900$  の場合、 $\sqrt{f'_{ck} \times E_c} = 900$  N/mm<sup>2</sup> とする

①式および②式で計算したせん断耐力値を表-参 3.5 示す。また、各試験ケースでの降伏荷重実験値、最大荷重実験値および材料規格値によるせん断耐力の計算値を図-参 3.7 に示す。

表-参 3.6 許容せん断力比較表 (型別)

	鉄筋径	計算値 (材料試験による計算)		実験値		比率	
		①鋼管矢板基礎 設計施工便覧式 V1 (kN/本)	②日本トンネル技術協会式 V2 (kN/本)	③降伏時 (kN/本)	④最大時 (kN/本)	③/①	④/②
後施工カプラー型	D29	155	289	178	420	1.15	1.45
	D38	290	513	294	559	1.01	1.09
ねじ切り鉄筋型	D32 (D29)	194 (137)	357 (252)	321	452	1.65	1.27
	D41 (D38)	312 (227)	603 (439)	438	613	1.40	1.02

### せん断試験結果

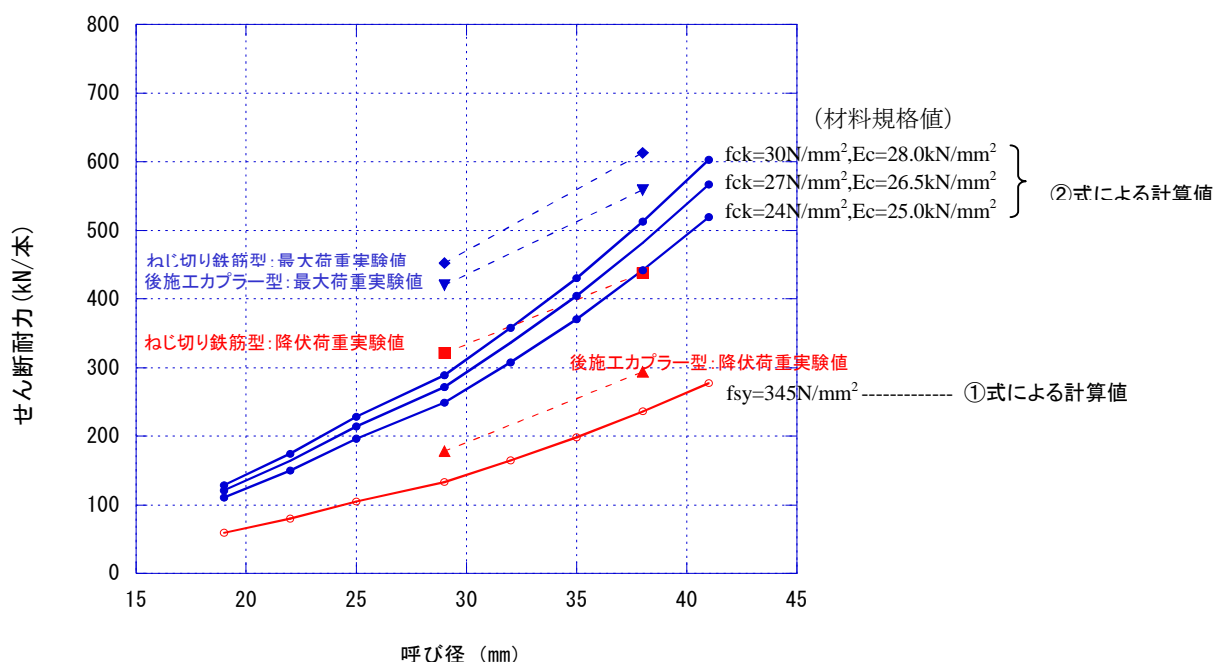


図-参 3.7 せん断耐力～鉄筋呼び径関係 (実験結果)

### 6. 2 まとめ

せん断耐力の算定は、日本トンネル技術協会の式により行う事ができる。また、その際の鉄筋の断面積はねじ切り部ではなく、一般部の断面積を用いてよいという結果が得られた。



したがって、NS-BOX に溶接するせん断鉄筋用のカプラー径は、せん断鉄筋径よりも1サイズ小さなものでよい。

参考4 施工チェック項目

施工ステップ	チェック項目	対策
1. 準備	①重心吊りはできているか	NS-BOX の重心位置を計算し大きく重心がずれるようであれば、建込み用吊金具、最終吊金具で重心吊りができるようにする。
	②建込み用吊金具、最終吊金具は適切か	建込み用吊金具および最終吊金具（スプライスプレートおよびボルト含む）を NS-BOX および設計施工条件に応じて製作する。これらは転用できるが、施工条件により必要な数量を準備する。
	③スプライスプレートは外していないか	NS-BOX の頭部には仮組み時にリーマ加工が施された現場接合用のスプライスプレートが取付けられている。万が一スプライスプレートを外す場合は上下、裏表など取付け場所がわかるように番号やアイマーク等を付ける。
	④建込み用ワイヤーは NS-BOX フランジのスプライスプレートと干渉しないか	建込み用吊金具が小さいと、シャックルやワイヤーが NS-BOX フランジのスプライスプレートに干渉するため建込み用吊金具の大きさに注意する。
	⑤仕切板部ゴムシートの現場接続準備はしているか	先行エレメント端部の NS-BOX にはゴムシート等が取付けてあるが、現場接続部ではゴムシート等を現場で固定する。このためのFBやビス等の準備をしておく。
	⑥防護版および清掃機は適切か	防護版および清掃機を準備する。防護版は根固めコンクリート中に若干埋まる長さとし、バラス圧力や根固めコンクリートとの縁切りジャッキアップによる引抜力に耐えられる厚みとする。防護版は転用するため、深さ方向はボルト接合とする。ボルト頭部は後行エレメント掘削時に支障ないようにバラス側にセットする。清掃機は NS-BOX の形状を考慮し、引上げ時引掛らないようにする。また補強部や鉄筋と干渉しないようにする。

	⑦先行エレメント端部部材および防護版のカンザシ穴閉塞用鋼板を準備しているか	先行エレメント端部部材のカンザシ穴はコンクリート漏れを防止するため、コンクリート打設側からフタを溶接固定する。防護版のカンザシ穴はバラス漏れ防止のためフタをするが、転用可能な(ボルト等)フタ構造とする。
	⑧定規を準備しているか	NS-BOX を所定の位置に建込むための定規を製作する。
	⑨ドリフトピンを準備しているか	現場継手の鉛直精度を確保するためにNS-BOX フランジ部のスプライスプレートのコーナー4点にドリフトピンを打ち込む。ドリフトピンは余分に準備する。
	⑩先行エレメント端部部材の継手にはコンクリートやバラスが侵入しないか	防護版と保護挿入パイプを一体化しない場合、先行エレメント端部部材の継手スリット部にガムテープを貼り、継手内にコンクリート、バラス等の侵入を防ぐ。
2. 建込み	①建込み順序に無理はないか	一般にC継手にT継手を挿入するように建込み順序を計画する。
	②設置精度は許容値内か	NS-BOX の建込み精度は NS-BOX 下部で±5cm、上部で±5mm とし、上部はNS-BOX が移動しないように確実に固定する。
	③後行エレメント部材の建込みは可能か	後行エレメント部材の建込み前に先行エレメント端部部材の鉛直精度を超音波測定器により測定し、後行エレメント部材の建込みが可能か確認する。
3. 根固めコンクリート	①先行エレメント端部部材の先端に移動防止材はついてるか	根固めコンクリートによる先行エレメント端部部材の先端の移動を防止するための処理をする。
	②打設方法、レベルの確認	根固めコンクリートが均等なレベルになるトレミー配置とする。掘削余掘およびコンクリート打設後のトレミー内コンクリートの落下量を考慮してコンクリート打設量を決定する。

4. コンクリート工	①配合の確認	所定の配合で配合試験を行い、スランプフロー値、分離状況、強度等を確認し、最終配合を設定する。
	②打設速度の確認	先行エレメント端部部材への打設圧力を考慮して、先行エレメントは5 m/時以内とする。後行エレメントは規定しない。
	③反力材(砕石)のレベル管理	コンクリート打設レベルよりも5 m以上、砕石レベルを高くして、コンクリートの圧力に対する反力を確保する。
5. 安定液固化材	①配合は適切か	配合試験により強度を確認する。
	②固化方法は適切か	全体的に均質に固化する方法とする。

参考5 品質管理検査基準

工程	検査項目	チェック方法、実施者				基準値を外れた場合の処置	備考		
		判定基準	いつ	方法	頻度	応急処置			
掘削	掘削	エレメント割付確認	割付計画通り	掘削前	スケール	掘削前	修正		
		掘削機据付位置	左右方向	計画位置、±20mm以内	掘削機据付時	スケール	エレメント毎	修正	
			前後方向	GW±0mm	掘削機据付時	スケール	エレメント毎	修正	
		掘削深度	設計深度以上	掘削完了時	検尺テープ	先行 2箇所 後行 1箇所		再掘削	
		掘削壁厚	設計壁厚以上	掘削完了時	超音波測定	先行 2箇所 後行 1箇所		再掘削	
		安定液位	GL-1.0以下	掘削中	スケール	常時	安定液補給	溝壁安定計算より	
		掘削精度	設計空間を侵さない(0~100mm)	掘削完了時	超音波測定	先行 2箇所 後行 1箇所	修正掘削	要求品質に合わせる	
	掘削中安定液	比重	1.01~1.20	掘削中	マッドバランス	1回/日	調泥	下限値は溝壁安定計算より 地中連続壁基礎協会	
		粘性	20~36秒	掘削中	ファンネル粘度計	2回/日	調泥	地中連続壁基礎協会	
		脱水量	30cc以下	掘削中	ろ過試験	2回/日	調泥	地中連続壁基礎協会	
		P H	7.0~11.5	掘削中	pHメーター	1回/日	調泥	地中連続壁基礎協会	
	スライム処理 後溝内安定液	比重	1.01~1.10	処理完了後	マッドバランス	エレメント毎	再処理	下限値は溝壁安定計算より 地中連続壁基礎協会	
		粘性	20~36秒	処理完了後	ファンネル粘度計	エレメント毎	再処理	地中連続壁基礎協会	
		砂分	1%以下	処理完了後	砂分計	エレメント毎	再処理	地中連続壁基礎協会	
		脱水量	30cc以下	処理完了後	ろ過試験	エレメント毎	再処理	地中連続壁基礎協会	
		p H	7.0~11.5	処理完了後	pHメーター	エレメント毎	再処理	地中連続壁基礎協会	
		溝底の確認	スライム堆積物が無い	処理完了後	検尺	エレメント毎	再処理		
		継手部清掃確認	付着物が無い	処理完了後	超音波測定	エレメント毎	再処理		
	NSBOX製作	NSBOX製作 (組上り寸法)	NSBOXタイプ確認	設計図通り	搬入時	目視、スケール	全数	返却	
			NSBOX形状確認 幅、厚、長さ	設計図通り	搬入時	目視、スケール	全数	返却	
ジベル筋数量			設計図通り	搬入時	目視、スケール	全数	修正	工法Ⅱと同様とする	
スペーサーの高さ			設計値±20mm	組立時	目視、スケール	全数	修正		
通りの精度			±20mm	地上組立時	水糸、 スケール	連続NS-BOX毎	修正	地組時	
ボルトの緩みの無いこと			ピンツールの切断	地上組立時	一次締め付け マーキング実施	継手箇所毎	交換	地組時	
ボルト本数			計画本数	地上組立時	目視	継手箇所毎	修正	地組時	
EVAシート取付 (コンクリート漏れ 防止シート)			取付状況	シートに損傷がない	取付時	目視	NSBOX毎	補修、交換	
	上下のラップ	50cm以上	取付時	目視	NSBOX毎	修正、補修	ラップ以外に突合せジョイントもある		
	取付ボルトの確認	確実に締付されている	取付時	目視	NSBOX毎	修正、補修			
NSBOX建込み	NSBOX建込み	建込み位置	芯ずれ±10mm	建込み時	スケール	全数	修正		
		建込み高さ	設計値±20mm	建込み時	レベル	全数	修正		
		スペーサー取付	設計図通り	組立時or 建込み時	スケール	全数	修正		
		嵌合部 建込み鉛直精度	±50mm	建込み時	超音波測定	先行エレメント端部部 材	修正		
		止水壁(嵌合無し部) 建込み鉛直精度	±100mm	建込み時	超音波測定	先行エレメント端部部 材	修正		
		ボルトの緩みの無い事	ピンツールの切断	地上組立時	一次締め付け マーキング実施	継手箇所毎	交換		
		ボルト本数	計画本数	地上組立時	目視	継手箇所毎	修正		
		根固め天端	NSBOX被り 30cm以上	打設時	検尺テープ	エレメント毎	修正	先行EL芯材固定用	
根固めモルタル 打設 (根固めコンクリートは下記 コンクリート打設に準じる)	出荷から打設 終了迄の時間	(外気温25℃を 超える) 90分以内 (外気温25℃以下) 120分以内	打設時	納品書の確認	ミキサー車毎	返品	水中不分離性を考慮したモルタルとする事		
	注入管の下端位置	溝底より50cm以内	打設開始前	注入管長とスケール	全数検査	修正	注入管がある場合		
	ブランジャーの使用	全箇所使用	打設開始前	目視	全数検査	修正			
	トレミー管接続部養生確認	計画書通り	接続時	目視	エレメント毎	修正			
コンクリート 打設	トレミー管建込み	トレミー管接続部養生確認	ガタが無し、ガムテープ、リングで養生	接続時	目視	エレメント毎	修正		
		ブランジャーの使用	全数使用	打設前	目視	全数検査	修正		
	コンクリート打設	トレミー管の下端位置	溝底から20~30cm以内	打設前	トレミー管長とスケール	全数検査	修正		
		トレミー管根入れ長	1.5m以上6.0m以下	打設時	検尺テープ	常時	修正		
		砕石天端	先行ELコンクリート天端より1m~5m	打設時	検尺テープ	常時	修正		
		打設速度	先行EL 5m/h以下 後行 4.5~10.0m/h	打設時	検尺テープ	常時	修正	打設速度5m/h以上の場合 は防護板ウェブの補強が必要	
		出荷から打設 終了迄の時間	(外気温25℃を 超える) 90分以内 (外気温25℃以下) 120分以内	打設時	納品書の確認	ミキサー車毎	返品		
		スランプフロー	被り15cm時	50~60cm	打設時	スランプ試験	日毎1台~5台迄は各 車毎以後は5台/1回	返品	
			被り10cm時	60~70cm	打設時	スランプ試験	日毎1台~5台迄は各 車毎以後は5台/1回	返品	
		空気量	設計図書に従う	打設時	空気量試験	設計図書に従う	返品		
		塩化物	設計図書に従う	打設時	かた試験	設計図書に従う	返品		
		圧縮強度試験 供試体採取	設計図書に従う	打設時	スランプ試験 に時採取	設計図書に従う	返品		
コンクリート天端	余盛を50cm以上	打設時終了時	検尺テープ	エレメント毎	追加打設				

参考6 コンクリートの配合例

表一参 6.1 セメント量、混和剤使用の例

NO	呼び強度 N/mm <sup>2</sup>	スランプ フロー値 mm	粗骨材の 最大寸法 mm	W/C %	空気 量 %	細骨 材率 %	単位重量 (kg/m <sup>3</sup> )					
							セメント	水	細骨材	粗骨材	混和剤	
1	30	550± 50	20	43.0	—	49.7	407(BB)	175	824	878	6.100	—
2	30	650	20	38.9	3.0	51.5	450(—)	175	876	850	7.950	—
3	36	625± 75	20	40.5	—	48.1	420(—)	170	834	900	8.400	0.150
4	45	600	20	39.5	3.0	50.5	431(L)	170	880	891	5.388	—
5	45	600	20	35.5	4.5	49.6	475(BB)	170	830	856	7.363	—

※ 混和剤は高性能 AE 減水剤、N03 は高性能 AE 減水材および消泡剤

表一参 6.2 混和材および混和剤使用の例

NO	呼び強度 N/mm <sup>2</sup>	スランプ フロー値 mm	粗骨材の 最大寸法 mm	W/C %	空気 量 %	細骨 材率 %	単位重量 (kg/m <sup>3</sup> )					
							セメント	水	混和材	細骨材	粗骨材	混和剤
6	30	550± 50	20	46.1	—	53.0	380(BB)	175	70	825	829	6.300
7	30	650± 50	20	46.0	4.5	51.8	380(BB)	175	95	781	850	8.550
8	30	575± 75	20	45.9	4.5	49.0	370(—)	170	50	786	900	7.350
9	30	600	20	50.0	4.5	47.0	350(BB)	175	150	744	869	7.675

※ 混和材は石灰石微粉末、混和剤は高性能 AE 減水剤、N09 は混和剤に高性能 AE 減水剤および増粘剤 (7.5+0.175)

## 参考7 作業ヤード実施例およびR C連続壁との比較

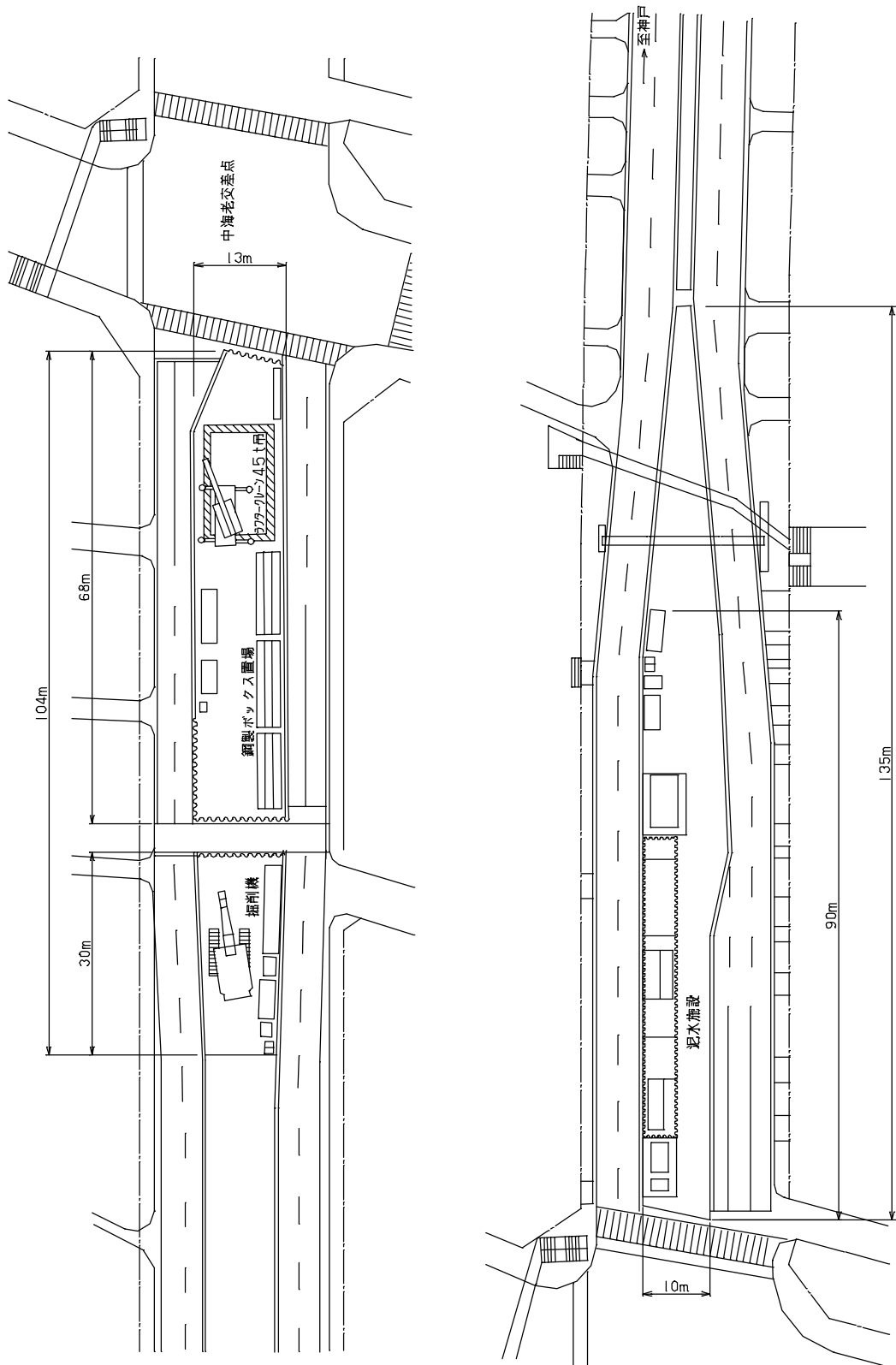
### 1) 実施例

鋼製地中連続壁の実施作業ヤードの詳細を図-参7.1~図-参7.3に示す。

図-参7.1は建設省近畿地方建設局淀川共同溝立坑工事の施工ヤード平面図である。本工事では道路上の中央部13mの中に全ての施工ヤードを確保する必要があり、かなり細長いヤード形状となっている。鋼製地中連続壁の施工ヤードは2129 m<sup>2</sup>であるが、細長いヤード形状のために未利用スペースが多く、実質的には2000m<sup>2</sup>以下の面積で施工できると考えられる。

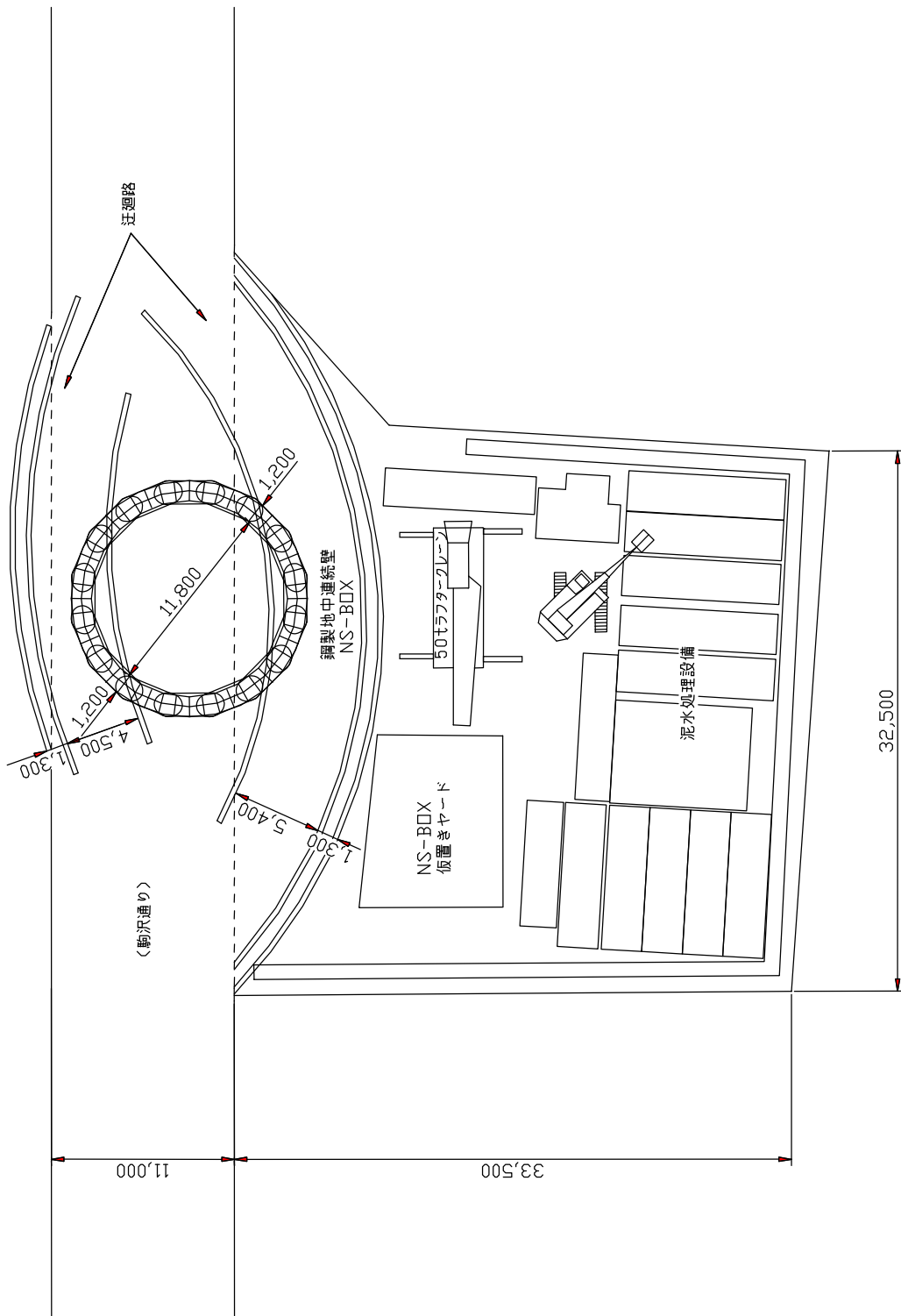
図-参7.2は東京都下水道局新駒沢幹線立坑工事の施工ヤード平面図である。本工事では道路の一部および近隣の敷地に施工ヤードを設けて施工を行った。図-参7.1の例よりも立坑規模は大きいにもかかわらず、ヤード面積は1450m<sup>2</sup>と縮小することができた。

図-参7.3は建設省関東地方建設局調布共同溝立坑工事の施工ヤード平面図である。本工事は道路交差点付近に立坑を施工したものであり、やはり、道路の一部および近隣の敷地を利用して実施した。全体作業ヤード面積はわずか687m<sup>2</sup>に過ぎない。

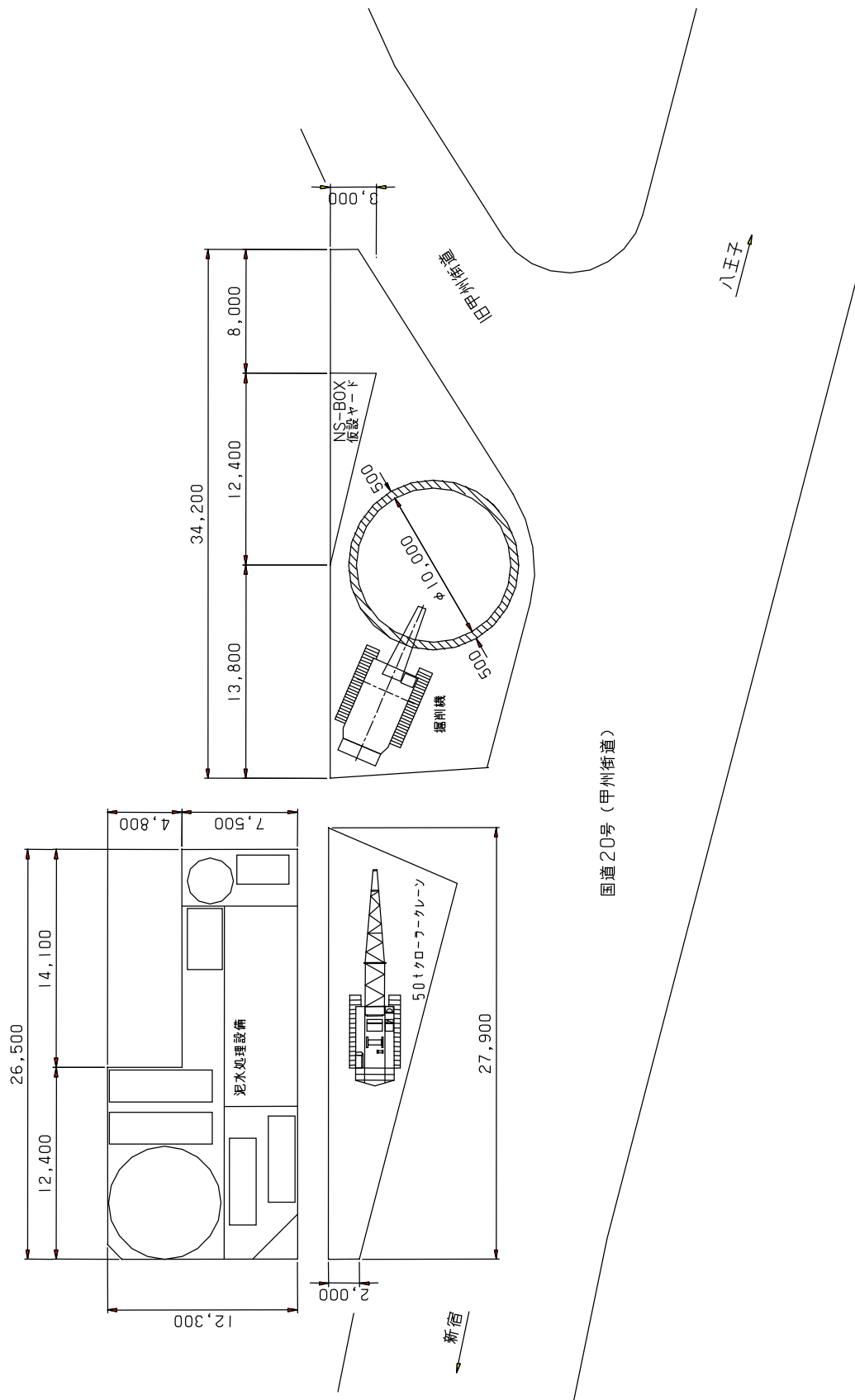


図一参 7.1 建設省近畿地方建設局淀川共同溝立坑工事施工ヤード平面図





図一参 7.2 東京都下水道局新駒沢幹線立坑工事施工ヤード平面図



図一参 7.3 建設省関東地方建設局調布共同溝立坑工事施工ヤード平面図

2) RC連続壁とのヤード比較

鋼製地中連続壁の実施作業ヤードを表-参 7.1 に、鋼製地中連続壁とRC地中連続壁の想定作業ヤードと比較を表-参 7.1 に示す。

表-参 7.1 鋼製地中連続壁の面積実績表

現場名	項目 (単位)	深 度	壁面積	掘削幅	NS-BOX 梁せい	鋼製地中 連続壁実績 作業ヤード
		(m)	(m <sup>2</sup> )	(mm)	(mm)	(m <sup>2</sup> )
1	飯田橋駐車場	49.0	2060	640	400	1200
2	淀川立坑	36.6	1860	1000	700	2129
3	唐人立坑	27.3	633	800	350	975
4	新駒沢立坑	52.0	2131	1200	900	1450
5	麻布駅	34.1	848	900	700	824
6	名城変電所	42.0	1533	1200	900	1648
7	名古屋ICC	21.0	1299	800	500	991
8	ライオン立坑	59.5	1419	1000	450	2954
9	調布立坑	28.0	967	800	500	687
10	西島立坑	68.0	2883	1000	700	1318
11	伯耆橋ポンプ室	48.0	1430	1200	900	1500
12	北港北立坑	91.8	3179	1100	700	4050
13	青梅トンネル	39.0	1396	1200	900	1900
14	南港地立坑	49.3	3575	800	600	3440
15	赤山立坑	49.3	3575	800	600	1510
16	東横線MC基地	60.1	4142	1200	900	3450
17	馬出2号幹線立坑	16.8	660	800	600	900
18	高島駅	65.0	26800	1000	800	16000
19	美園立坑	54.5	2594	1400	1200	2950
20	関門発進立坑	45.8	1489	800	500	3200
21	三田川分水施設立坑	57.0	3694	1800	1500	3200
22	住之江共同溝	63.4	3649	1400	1100	2050
	合 計	1057.5	71816	22840	16400	58326
	平 均	48.07	3264.36	1038.18	745.45	2651.18

表-参 7.2 作業ヤード縮小率検討結果

現場名	項目 (単位)	鋼製地中連続壁 実績作業ヤード	RC地中連続壁 想定作業ヤード	縮小率 (鋼製地中連続壁 /RC地中連続壁)
		(m <sup>2</sup> )	(m <sup>2</sup> )	(%)
飯田橋駐車場		1200	2240	53.6
淀川立坑		2129	3078	69.2
唐人立坑		975	1625	60.0
新駒沢立坑		1450	2391	60.6
麻布駅		824	1289	63.9
名城変電所		1648	3870	42.6
名古屋ICC		991	1467	67.6
ライオン立坑		2954	3684	80.2
調布立坑		687	1276	53.8
西島立坑		1318	2533	52.0
平均		1418	2345	60.4

参考8 鋼製地中連続壁の発進・到達立坑の鏡切り施工例

鋼製地中連続壁の発進・到達立坑の鏡切りの施工方法としては、以下の方法がある。

1. 従来工法

従来工法は、中詰めコンクリートと NS-BOX で構成された立坑壁面(土留め壁)のシールドマシン発進・到達箇所を人力・重機等により、撤去した後にシールドマシンで発進・到達するという方法である。

中詰めコンクリートと NS-BOX では撤去方法が異なり、NS-BOX はガス切断し、中詰めコンクリートはブレーカーによる破砕あるいはディスク・ソーイング等で解体・撤去を行う。

従来工法の場合、鏡切りの際の人力作業が伴うため、安全面の問題がある。また、土留め壁背面の地盤の自立を確保(地山の崩壊等を防止)するために、薬液注入工法、高圧噴射攪拌工法や凍結工法等による大規模な地盤改良が必要となる。

立坑壁面鏡切りの施工手順の一例を以下に示す。

- ① 掘削側被りコンクリートのはつり
- ② NS-BOX (掘削側フランジ) の切断・撤去
- ③ 中詰めコンクリートのはつり
- ④ NS-BOX (掘削側ウェブ) の切断・撤去
- ⑤ NS-BOX (背面側フランジ) の切断・撤去
- ⑥ 背面側被りコンクリートのはつり

2. NOMST工法

NOMST工法は、シールドの立坑の土留め壁の一部(発進・到達)に新素材コンクリートを用いることにより、シールドマシンのカッタービットで直接掘削・開口しながら発進または到達する工法である。

NS-BOX(GH)とNOMST部材との接続例を以下に示す。

(図-参 8.1, 2 参照)

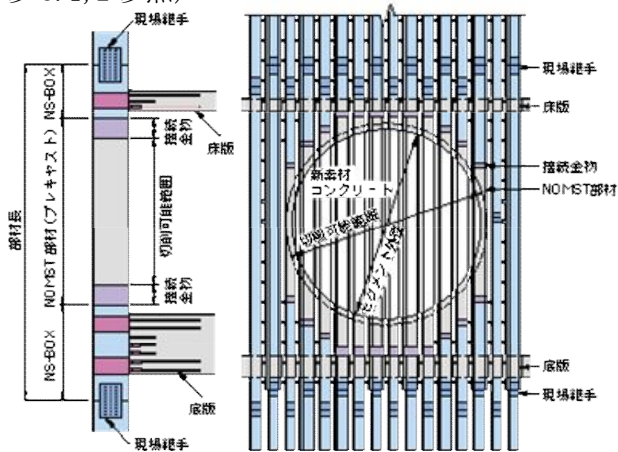


図-参 8.1 鏡切り部断面図、側面図

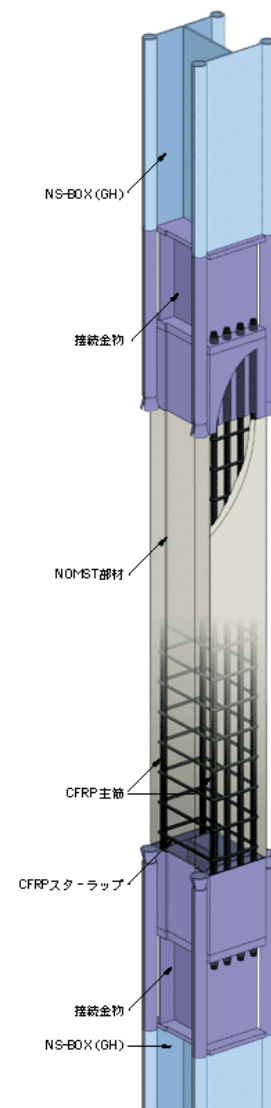


図-参 8.2 NOMST部材の接続図

NOMST工法に用いられる新素材コンクリートは炭素繊維、アラミド等の繊維強化樹脂を用いて鉄筋の代替とし、石灰石を粗骨材として使用したカットビットで掘削しやすいコンクリートであり、プレキャスト工場製品で鋼製地中連続壁の土留め壁のシールド発進・到達坑口部分に組み込んで使用する。一部の鋼材とNOMST部材は定着グリッブ(継手)により接続する。また、土留め壁としての機能、施工性、止水性は従来の材料どおりの性能を有している。

従来工法のような人力・重機等によるNS-BOXのガス切断や中詰めコンクリートのはつり作業等の安全面、大規模な地盤改良の施工等の問題点を解消した工法である。

### 3. その他の鏡切り例

上述した方法の他に、NS-BOXに細工を行うことで鏡切り作業を簡素化する方法もある。以下に鏡切りの事例を示す。

鋼製地中連続壁の到達立坑において加工した鋼製部材を到達部に建込むことで鋼製部材の撤去作業の低減、安全性の向上を図ることが可能となる。鋼製部材の加工および到達方法を以下に示す。

#### 1) 到達部鋼製部材の加工 (図-参 8.3 参照)

- ① 到達部鋼製部材の背面側フランジとウェブを切断撤去する。
- ② 到達部以深の継手を勘合するためにフランジ切断部に継手ガイド用パイプを設置する。
- ③ フィッシュテールの貫入部に中詰めコンクリートの回り込みを防止するため、発泡スチロールで貫入部(箱抜き部)の養生を行う。

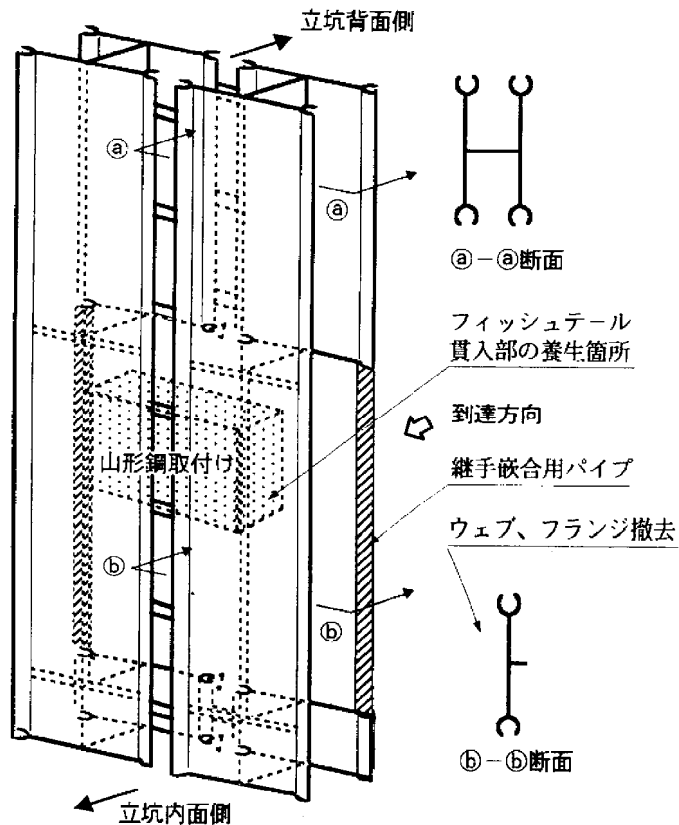


図-参 8.3 鋼製部材の加工説明図

2) 到達方法 (図-参 8.4 参照)

- ① 到達防護として背面側地盤の地盤改良を施す。
- ② フィッシュテールが鋼製地中連続壁箱抜き部に貫入するまで掘進する。
- ③ 鏡切り部鋼製地中連続壁の解体用足場の組立を行う。
- ④ 到達部鋼製部材 (掘削側フランジ) の切断撤去
- ⑤ 鏡切り部無筋コンクリート解体
- ⑥ 所定の位置までシールド機を掘進する。

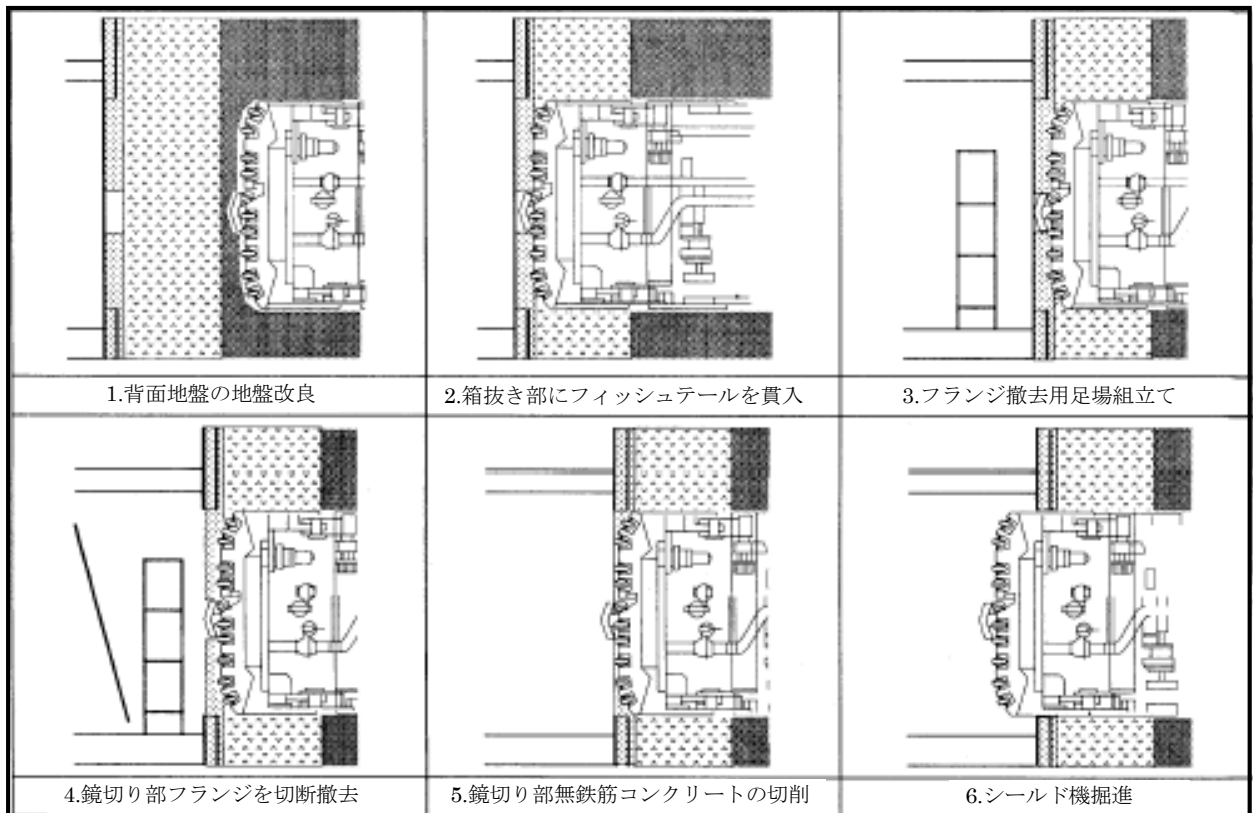


図-参 8.4 シールド到達工の施工手順図

<参考資料>

1. NOMST パンフレット」NOMST研究会
2. 「NOMST協会. NOMST技術説明用資料. 1998. 7.」
3. 「シールド工法の調査・設計から施工まで」地盤工学会
4. 「新日本製鐵株式会社 HP」
5. 「河川直下の岩盤をシールドで掘進 福岡市下水道唐人第2雨水幹線築造工事 トンネルと地下 1996.3 307号 Vo127 No.3 43~49」
6. 「鋼製地中連続壁を用いたシールド到達立坑の施工 調布共同溝 No.1 到達立坑の施工事例 基礎工 1997.8 Vol.25、No.8」

## 参考9 NS-BOX 製作仕様書例

### 1. 総 則

#### 1. 1 適用範囲

本仕様書は標記に納入する NS-BOX の工場製作に適用するものとし、その適用範囲は輸送、表示、提出書類、使用材料、製造方法、外観、溶接部検査、形状、寸法の許容差、試験および検査とする。

#### 1. 2 適用材料の形状・寸法および数量

設計図書のとおりとする。

#### 1. 3 納期および納入場所

指定日時、指定場所に納入するものとする。

### 2. 輸 送

輸送は製品に損傷なきよう十分に注意して行うものとする。

### 3. 表 示

検査合格後、各製品頭部に次の事項を表示するものとする。

(1) 製造業者名の略号：社標

(2) 製品名および規格：NS-BOX(SS400)または NS-BOX(SM490A)

GH-R (部材高さ) × (ウェブ厚) × (フランジ厚) × (継手厚) × (部材長さ)

GH-H (部材高さ) × (フランジ幅) × (ウェブ厚) × (フランジ厚) × (部材長さ)

GH-C (長辺) × (短辺) × (厚み) × (部材長さ)

(3) 製品番号

部材番号 - 部位番号 (下杭：1、中杭：2,3…)

[ステンシル表示例]

[社標]NS-BOX(SM490A) GH-R900×16×16×16×13,000 NO.①-1
---

### 4. 提出書類

製品の納入にあたり次の書類を各3部(正1部、写し2部)を、提出するものとする。

(1) 材料検査証明書

使用した材料(強度部材)の検査証明書を提出する。

(2) 製作要領書

製作要領書は、NS-BOX を構成する鋼材の受け入れから、製品の製造、検査、および出荷までの一連の作業内容を記載する。

(3) 検査成績表および検査写真集

表-参 10.4~表-参 10.8 に示す検査項目について検査した検査成績表を提出する。検査写真集は立会検査時における検査項目について作成する。

## 5. 使用材料

### 5. 1 鋼材等

NS-BOX を構成する連壁用形鋼、鋼板の化学成分および機械的性質は表-参 9.1 に適合するものを使用する。

表-参 9.1 化学成分及び機械的性質

鋼種	化学成分 (最大%)					機械的性質 (N/mm <sup>2</sup> )		
	C	Si	Mn	P	S	引張強さ	降伏点	適用
SS400	—	—	—	0.050 以下	0.050 以下	400 以上	245 以上 235 以上	板厚 16mm 以下 板厚 40mm 以下
SM490A	0.20 以下	0.55 以下	1.60 以下	0.035 以下	0.035 以下	490 以上	325 以上 315 以上	板厚 16mm 以下 板厚 40mm 以下

註：化学成分は主要元素を記載

また、形状、寸法については下記の規格に準拠するものとする。

- (1) 連壁用形鋼 JIS G 3192 (熱間圧延形鋼の形状、寸法、質量およびその許容差)
- (2) 鋼板 JIS G 3193 (熱間圧延鋼板および鋼帯の形状、寸法、質量およびその許容差)

### 5. 2 接合ボルトおよびナット

接合ボルトおよびナットは表-参 9.2 の規格に適合したものを使用するものとする。

表-参 9.2 接合ボルトおよびナットの規格

	規格番号	等級
トルシア型高力ボルト	JIS II-09	S10T
又は摩擦接合用高力ボルト	JIS B1186	F10T

### 5. 3 機械式継手 (カプラー)

機械式継手は表-参 9.3 の規格に適合したものを使用するものとする。

表-参 9.3 機械式継手の規格

使用鋼種	規格
SM490A	JIS G3106
SN490R	

## 6. 溶接材料

溶接材料は下記、規格に適合したものを使用するものとする。

- (1) JIS Z 3211 (軟鋼用被覆アーク溶接棒)
- (2) JIS Z 3212 (高張力鋼用被覆アーク溶接棒)
- (3) JIS Z 3312 (軟鋼および高張力鋼用マグ溶接ソリッドワイヤ)
- (4) JIS Z 3313 (軟鋼および高張力鋼用アーク溶接フラックス入りワイヤ)



(5) JIS Z 3351 (炭素鋼および低合金鋼用サブマージアーク溶接ワイヤ)

7. 製造方法

7. 1 連壁用形鋼および鋼板は熱間圧延によって製造し、ガス、プラズマおよび鋸断等によって所定の形状に切断するものとする。
7. 2 所定の寸法に切断された連壁用形鋼及び鋼板を NS-BOX の形状に仮組し、所定の寸法・形状を満足することを確認した後、6 項に規定する溶接材料を使用して一体化加工を行うものとする。
7. 3 嵌合継手は一体化加工した NS-NOX 本体の所定の位置に、原則として 6 項に規定する溶接材料を使用して取り付けを行うものとする。
7. 4 NS-BOX 全長（嵌合部全長）を仮組みし、接続用ボルト穴を利用してリーマ加工を行うものとする。

8. 外 観

NS-BOX は使用上有害な欠陥がないものとする。

使用上有害な欠陥が認められた場合には、JIS G 3192（熱間圧延形鋼の形状、寸法、質量およびその許容差）の 10. 2 項の規定および JIS G 3193（熱間圧延鋼板および鋼帯の形状、寸法、質量およびその許容差）の 7. 3 項の規定により除去または補修するものとする。

9. 溶接部の検査

溶接部の検査を行い、検査結果は、単品製品 1 本単位に一括して合否判定を記録するものとする。

判定基準は、道路橋示方書・同解説（鋼橋編）を参照して、表-参 9.4 とする。

10. 形状および寸法の許容差

10. 1 形状および寸法は設計図書通りとする。
10. 2 形状及び寸法の許容差は表-参 9.5～表-参 9.8 によるものとする。ここに規定する以外の項目に対しては、5 項に示す JIS 規格に準拠するものとする。

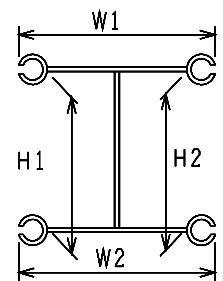
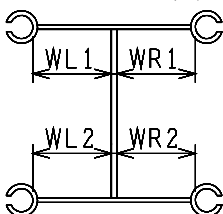
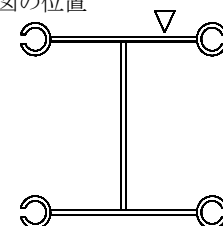
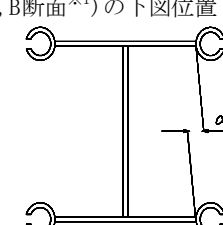
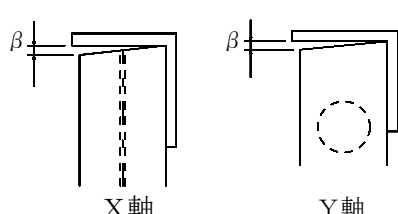
11. 試験および検査

11. 1 使用材料の分析試験および引張試験は、5 項に規定する JIS 規格によるものとし各材料メーカーの材料検査証明書を以って代替するものとする。
11. 2 外観形状および寸法検査は、1 本ごとに行い 8 項、9 項の規定を満足するものとする。
11. 3 立会検査は必要に応じて行う。

表一参 9.4 外観検査基準

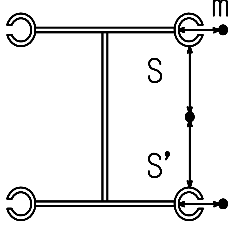
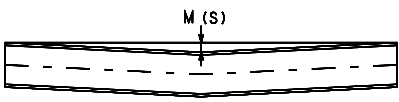
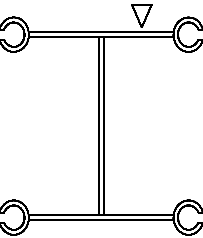
検査項目	判定基準	検査方法	記録
割れ	溶接ビード及びその近傍には、割れがあってはならない。	目視 (目視にて判断が難しい場合は、カラーチェックを行う。)	合・否
溶接ビード表面のピット	隅肉溶接は、1継手につき3個、または溶接長さ1mにつき3個まで許容するものとする。ただし、ピットの大きさが1mm以下の場合は、3個を1個として計算する。	目視	合・否
溶接ビード表面の凸凹	溶接ビード表面の凸凹は、ビード長さ25mmの範囲における高低差で表し、3mmをこえる凸凹があってはならない。	目視 (目視検より3mmを超える可能性があるところは脚長ゲージ又は鋼尺で測定する。)	合・否
アンダーカット	アンダーカットの深さは、0.5mm以下でなければならない。	目視 (目視により0.5mmを超える可能性があるところは、アンダーカットゲージにて測定する。)	合・否
オーバーラップ	あってはならない。	目視	合・否
脚長、のど厚	隅肉溶接のサイズおよびのど厚は、指定の隅肉サイズおよびのど厚を下回ってはならない。ただし、1溶接線の両端各50mmを除く部分では、溶接長さの10%までの範囲でサイズおよびのど厚ともに-1.0mmの誤差を認める。	目視 (目視によりサイズの小さいところを抽出し、脚長ゲージにて測定する。)	合・否
外観	スラッグは完全に除去されていること。外観を損ねる、或いは機能上有害なスパッター、その他異物の付着があってはならない。	目視	合・否

表-参 9.5 形状および寸法の許容値 [GH-R] (単品) [全数]

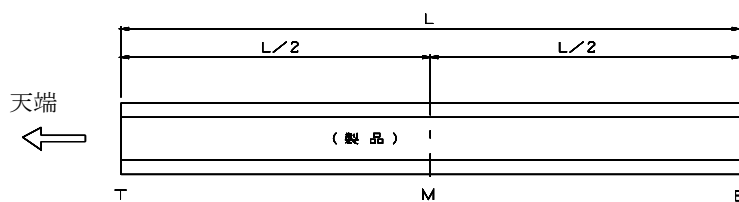
No.	検査項目	許容差	摘要	測定方法	記録
1	幅 (W)	±4.0mm以下	測定箇所：(W) (T・M・B断面 <sup>※1</sup> ) (H) (T・B断面 <sup>※1</sup> ) 	ノギス コンパックス	実数値
2	高さ (H)	±4.0mm以下			
3	ウェブ 偏 心	$ (WL1-WL2)/2 $ ±2.0mm以下	測定箇所：(T, B断面 <sup>※1</sup> )の下図位置 	コンパックス	実数値
4	長 さ (L)	±10.0mm以下	測定箇所：下図の位置 	鋼製巻尺	実数値
5	断面の 直角度	±3.0mm以下	測定箇所：(T, B断面 <sup>※1</sup> )の下図位置 	曲尺 専用ゲージ	実数値
6	部材端部 の直角度	X 軸 ±4.0mm以下 Y 軸 ±4.0mm以下	測定箇所：(T, B断面 <sup>※1</sup> )の下図位置 	曲尺 専用ゲージ	実数値
7	付属品の 取付位置	±10.0mm以下	その他付属品	鋼製巻尺	GOOD 表示

※1 摘要欄におけるT, M, BとはTop, Middle, Bottomの略称であり、T, Bは部材の両端の位置を指し、Mは部材長の1/2点を指す。尚、付属品等により摘要欄の位置で検査が行えない場合には、その近傍点で実施するものとします。

表-参 9.6 形状および寸法の許容値 [GH-R] (組立) [全数]

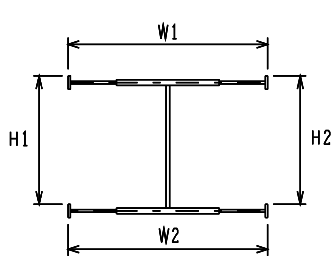
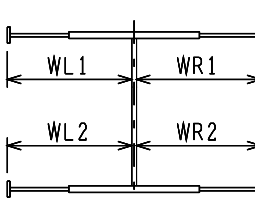
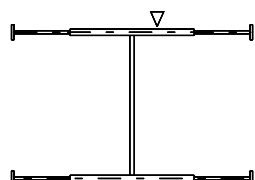
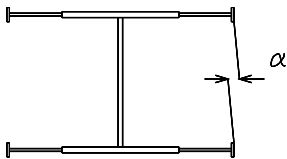
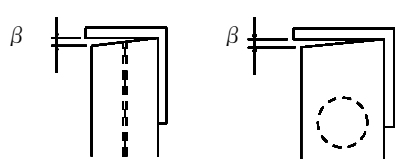
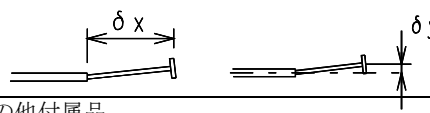
No.	検査項目	許容差	摘要	測定方法	記録
1	曲がり (M)	±15.0mm以下	測定箇所：各単品のT, M, B断面 <sup>※1</sup> 	レベル スケール 水系	実測値
2	反り (S)	±10.0mm以下	測定箇所：水系を使用し、最大箇所を測定 	レベル スケール 水系	実測値
3	長さ (L)	±30.0mm以下	測定箇所：下図位置 	鋼製巻尺	実数値
4	カプラー 取付位置	±10.0mm以下	測定箇所：「溶接カプラー取付位置検査表」に記載。	鋼製巻尺	実測値

※1 摘要欄におけるT, M, BとはTop, Middle, Bottomの略称であり、T, Bは部材の両端の位置を指し、Mは部材長の1/2点を指す。尚、付属品等により摘要欄の位置で検査が行えない場合には、その近傍点で実施するものとします。



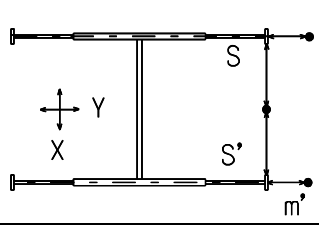
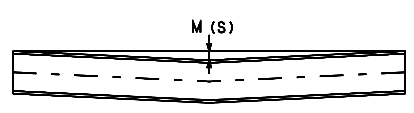
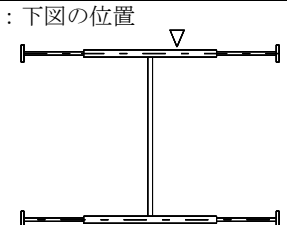
参考図-製品長さ方向測定位置

表-参 9.7 形状および寸法の許容値 [GH-H] (単品) [全数]

No.	検査項目	許容差	摘要	測定方法	記録
1	幅 (W)	±4.0mm以下	測定箇所：(W) (T・M・B断面 <sup>※1</sup> ) (H) (T・M・B断面 <sup>※1</sup> ) 	ノギス コンパックス	実数値
2	高さ (H)	±4.0mm以下			
3	ウェブ 偏 心	$ (WL1-WL2)/2 $ ±2.0mm以下	測定箇所：(T, B断面 <sup>※1</sup> )の下図位置 	コンパックス	実数値
4	長 さ (L)	±10.0mm以下	測定箇所：下図の位置 	コンパックス	実数値
5	断面の 直角度	±3.0mm以下	測定箇所：(T, B断面 <sup>※1</sup> )の下図位置 	曲尺 専用ゲージ	実数値
6	部材端部 の直角度	X軸 ±4.0mm以下 Y軸 ±4.0mm以下	測定箇所：(T, B断面 <sup>※1</sup> )の下図位置 	曲尺 専用ゲージ	実数値
7	嵌合継手 取付位置 (δ X) (δ Y)	±4.0mm以下	測定箇所：(T, M, B断面 <sup>※1</sup> )の4辺 	鋼製巻尺	実数値
8	付属品の 取付位置	±10.0mm以下	その他付属品	鋼製巻尺	GOOD 表示

※1 摘要欄におけるT, M, BとはTop, Middle, Bottomの略称であり、T, Bは部材の両端の位置を指し、Mは部材長の1/2点を指す。尚、付属品等により摘要欄の位置で検査が行えない場合には、その近傍点で実施するものとします。

表-参 9.8 形状および寸法の許容値 [GH-H] (組立) [全数]

No.	検査項目	許容差	摘要	測定方法	記録
1	曲がり (M)	±15.0mm以下	測定箇所：各単品のT, M, B <sup>※1</sup> 	レベル スケール 水系	実測値
2	反り (S)	±10.0mm以下		レベル スケール 水系	実測値
3	長さ (L)	±30.0mm以下	測定箇所：下図の位置 	鋼製巻尺	実数値
4	カブラー 取付位置	±10.0mm以下	測定箇所：「溶接カブラー取付位置検査表」に記載。	鋼製巻尺	実測値

※1 摘要欄におけるT, M, BとはTop, Middle, Bottomの略称であり、T, Bは部材の両端の位置を指し、Mは部材長の1/2点を指す。尚、付属品等により摘要欄の位置で検査が行えない場合には、その近傍点で実施するものとします。

# 鋼製地中連続壁 工法-I 設計施工指針(案) 編集者名簿

[敬称略50音順]

## 【技術委員会】

株式会社 安藤・間	佐久間 誠也 (技術委員委員長)
株式会社 安藤・間	増田 浩二 (広報部会長)
株式会社 大林組	井上 昭生 (副委員長・施工部会長)
株式会社 大林組	齋藤 隆
株式会社 奥村組	外木場 康将
鹿島建設株式会社	齋藤 茂
株式会社 熊谷組	寺田 倫康
株式会社 鴻池組	楠見 正人
五洋建設株式会社	藤原 正稔
佐藤工業株式会社	大橋 俊嗣
清水建設株式会社	荒木 尚幸 (設計部会長)
新日鐵住金株式会社	原田 典佳
西武建設株式会社	蛸原 巖
株式会社 銭高組	原田 尚幸
大成建設株式会社	大塚 寿次
大日本土木株式会社	畑 一民
株式会社 竹中土木	平井 卓
鉄建建設株式会社	長尾 達児
東急建設株式会社	田中 卓也 (開発部会長)
戸田建設株式会社	斉藤 隆幸
飛鳥建設株式会社	水越 和弥
西松建設株式会社	佐藤 幸三
日鉄住金テックスエンジニアリング株式会社	清崎 弘二
株式会社 福田組	小泉 善弘
株式会社 フジタ	友近 誠
株式会社 不動テトラ	浅田 浩司
株式会社 本間組	渡辺 匠
前田建設工業株式会社	山之口 寛
三井住友建設株式会社	村尾 光則
りんかい日産建設株式会社	三国 康史

[平成28年4月1日現在]

## 【事務局】

新日鐵住金株式会社	葛 拓造 (事務局長)
-----------	-------------

### 【設計部会】

清水建設株式会社	荒木 尚幸	(設計部会長)
株式会社 安藤・間	前田 博司	
株式会社 熊谷組	尾崎 健一郎	
新日鐵住金株式会社	久保田 一男	
新日鐵住金株式会社	上元 仁	
大成建設株式会社	川崎 涉	
大日本土木株式会社	長町 利昭	
大日本土木株式会社	三井 健司	
東急建設株式会社	鈴木 一	
戸田建設株式会社	斉藤 隆幸	
飛鳥建設株式会社	坂口 剛	
飛鳥建設株式会社	中原 博隆	
西松建設株式会社	中桐 秀雄	
株式会社 福田組	小泉 善弘	

### 【施工部会】

株式会社 大林組	井上 昭生	(施工部会長)
株式会社 大林組	齋藤 隆	
鹿島建設株式会社	西尾 章	
株式会社 鴻池組	國富 和真	
株式会社 鴻池組	先森 昭博	
五洋建設株式会社	藤原 正稔	
佐藤工業株式会社	大橋 俊嗣	
清水建設株式会社	上村 一義	
新日鐵住金株式会社	永尾 直也	
新日鐵住金株式会社	吉原 健郎	
鉄建建設株式会社	長尾 達児	
株式会社 本間組	黒坂 正博	
三井住友建設株式会社	飯野 健一	
三井住友建設株式会社	斯波 明宏	
りんかい日産建設株式会社	山本 健吾	
りんかい日産建設株式会社	三国 康史	

### ◆事務局

〒100-6908

東京都千代田区丸の内2-6-1 新日鐵住金(株) 建材開発技術部内

TEL & FAX : 03-3212-8610

E-Mail info-dwa@ns-box-dwa.jp

HPアドレス <http://www.ns-box-dwa.jp>

平成 6年 6月 1日初版

平成 9年 9月 1日改定

平成14年11月 1日改定

平成21年 1月 1日改定

平成24年 3月31日改定

平成28年 4月 1日改定

[本書の内容を無断で複写複製(コピー)することを禁じます]