

# 鋼製続棒(RE type)

設計マニュアル (堰堤タイプ)

2022年6月

J F E 建材 株式会社

## 目次

1. はじめに .....	1
2. 概要編 .....	2
2.1. 続枠(RE)の特長 .....	3
2.2. 続枠(RE)の材料及び仕様 .....	5
2.3. 他工法との比較 .....	8
3. 設計編 .....	10
3.1. 続枠(RE)と適用個所 .....	11
3.2. 設計手順 .....	12
3.3. 安定計算方法 .....	13
3.4. 安定計算に用いる荷重と安定条件 .....	14
3.5. 計算例 .....	15
3.6. 部材強度計算の考え方 .....	21
4. Q&A編 .....	22
4.1. 耐用年数はどれくらいですか .....	23
4.2. 出来形管理基準はありますか .....	25
4.3. 軟弱地盤で使用する場合の対策はどのようなものがありますか .....	26
4.4. 自在性はどれくらいですか .....	28
4.5. 中詰材に現地発生土を使用できますか .....	29
4.6. 中詰せん断抵抗力の算定式にはどんな方法がありますか .....	31
4.7. 水通し部保護コンクリートは必要ですか .....	33
4.8. ボルトの締め付けトルクはどれくらいですか .....	34
4.9. 土石流区間で使用できますか .....	35
5. おわりに .....	36

---

## 1. はじめに

---

鋼製続枠（RE type）（以下続枠(RE)）は、弊社従来タイプのフレキシブルな特徴を受け継ぎながら、合理的で無駄を省いた、軽量で高強度な新しい鋼製枠です。また、続枠(RE)はコンクリート構造物に比べて屈撓性・透水性に優れており、工期短縮や通年施工が可能である等の特長がありますが、これらの特長を生かすには、適切な設計・施工を行う必要があります。

本書は、続枠(RE)を設計・施工する際の手順や注意すべき点をまとめたものです。設計者・施工者におきましては、本マニュアルを十分に活用していただき、効果的な設計・施工をしていただければ幸いです。

なお、本書の内容は、製品の改良等のため予告なしに変更することがあります。

2022年8月

---

## 2. 概要編

---

本編では、続粋(RE)の特長・仕様について記述するとともに、他工法との比較についても記述します。



試験施工 (H4.0m×L4.0m)

---

## 2.1. 続枠(RE)の特長

---

鋼製枠構造物の一般的特長として以下の点があげられます。

- ① 鋼材は、強度が大きく靱性に富んでおり、加工性がよく、品質が均一である。
- ② 現地施工は組立が主体となるので、気温、積雪などの気象条件に左右されず、通年施工が可能である。
- ③ 継手を工夫することにより、屈撓性に優れた構造となり、地すべり地や地盤変動のある地域にも適している。
- ④ 中詰材は原則として玉石・割石であるので、構造物として透水性に優れており、湧水の多い地域などにも適している。

上記の特長に加え、従来品と比較して以下の特長があります。

- ⑤ 合理的で無駄を省いた軽量な材料構成・高い経済性。  
剛性の高い形鋼を強軸側で使用し、鋼材重量・直接工事費を現行比約8%削減しました。  
※柱・梁材の曲げ剛性：現行比1.3倍、前面材(小)の曲げ剛性：現行比1.8倍
- ⑥ 水通し側面の壁面材を強化  
流れてきた礫が衝突する可能性がある、水通し部のふた材を、山形鋼から高強度なU形鋼としました。 ※U形鋼は変形しにくく、流れてきた礫が接合ボルトに衝突しにくい形状です。

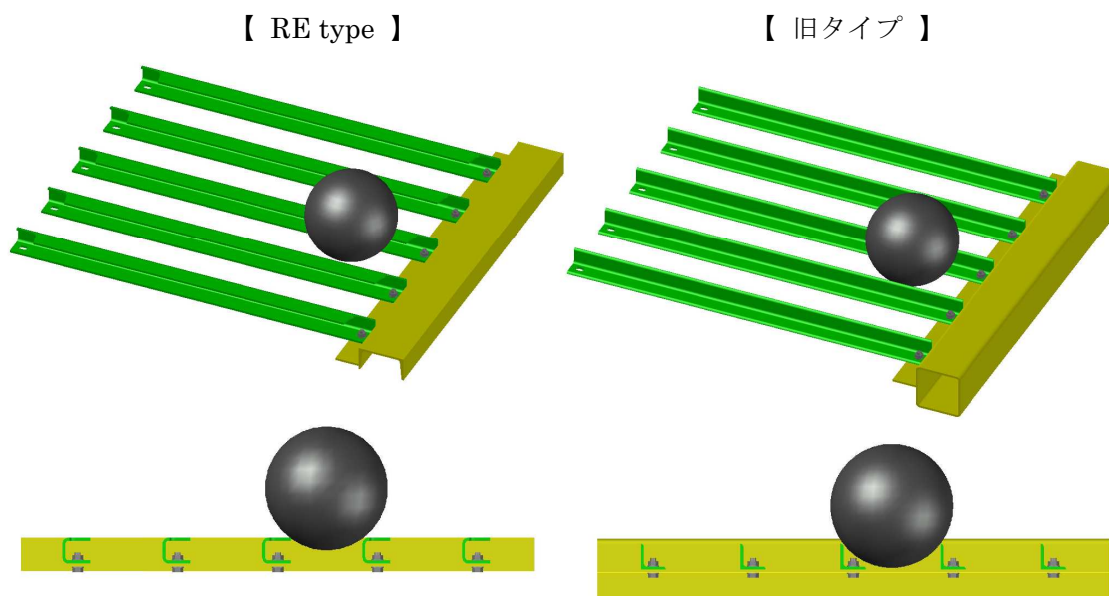


図-2.1 : RE Type と旧タイプののふた構造の違い

- ⑦ 継手部材を大幅に軽量化し、施工時の安全性を飛躍的に向上  
 継手部材の最大重量が **6.1kg** から **1.2 kg**に変更され、**4.9kg** (約 **80%**) 削減されました。(図-2.2) ※継手部材の軽量化により、高所での施工性・安全性が高まりました。
- ⑧ 施工時の余掘り量を削減  
 寸法押えの位置を見直し(図-2.3)、施工時の余掘りを削減しました。

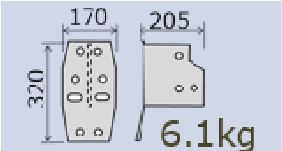
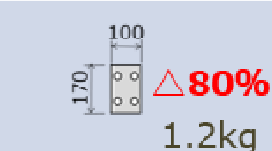
旧継手最大	新継手最大
 <p>170 205 320 6.1kg</p>	 <p>100 170 <b>△80%</b> 1.2kg</p>

図-2.2：余掘り量の削減イメージ

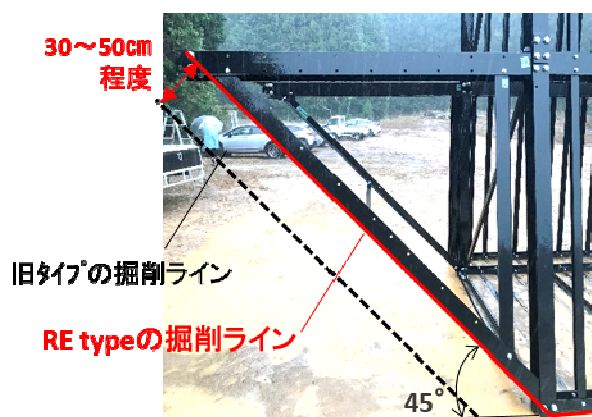


図-2.3：余掘り量の削減イメージ

## 2.2. 続枠(RE)の材料及び仕様

続枠(RE)における正面形状(堤高・堤長)の押え位置は部材端部、断面形状の押え位置は部材の中心となっております。これにより、旧タイプと比較して、掘削土量を大幅に削減することが出来ました。

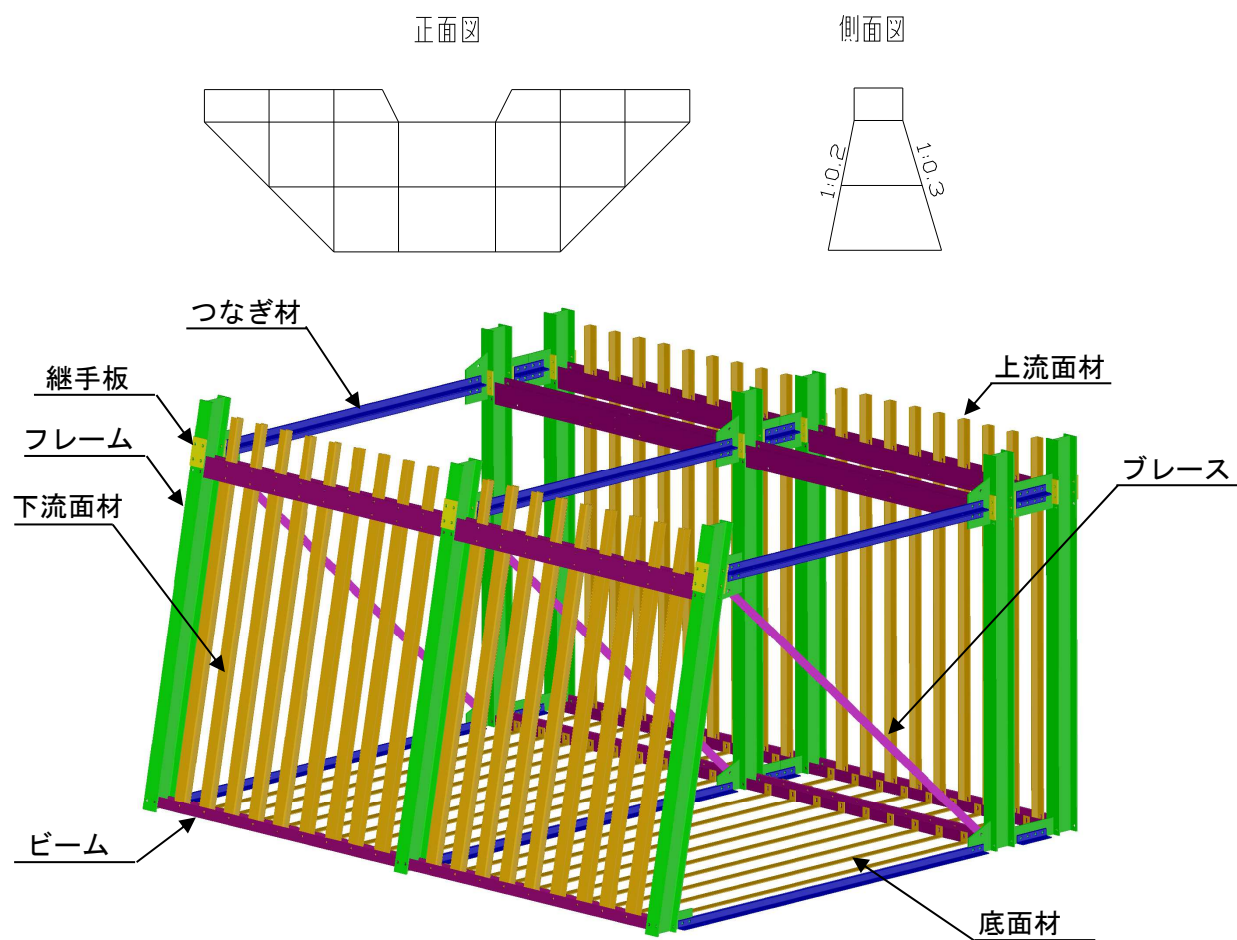


図-2.3 一般図 (えん堤タイプ)

【使用鋼材】

各タイプ共通

表-2.2 使用鋼材

構成材料	主材料	寸法
フレーム	熱間圧延形鋼	H-148×100×6×9
ビーム		H-125×125×6.5×9 [-125×65×6×8
下流面材	軽量形鋼	U-50×85×6 U-50×55×6
上面材	熱間圧延形鋼 軽量形鋼	FB-6×50 U-50×55×6
底面材		FB-6×50
側面材	熱間圧延形鋼	L-50×50×6
上流面材		
つなぎ材		
ブレース		
三角部材	熱間圧延鋼材	PL-6
継手板	熱間圧延鋼材	PL-9 PL-12
ボルト	六角ボルト	M12×35 M16×55 M16×175
ナット	六角ナット	
座金	平座金+バネ座金 <sup>*注1</sup>	
土砂漏れ防止材	エキスパンドメタル	XS43

\*注1) えん堤タイプ M12×35のみバネ座金付



---

【材料規格】

各タイプ共通

表－ 2.3 材料規格

材料	規 格
熱間圧延形鋼 熱間圧延平鋼 熱間圧延鋼板	JIS G 3101 「一般構造用圧延鋼材」 (SS400)
軽量形鋼	JIS G 3350 「一般構造用軽量形鋼」 (SSC400)
ボルト	JIS B 1180 「六角ボルト」の 4. 8、8. 8
ナット	JIS B 1181 「六角ナット」の 4
座金	JIS B 1256 「平座金」 および JIS B 1251 「ばね座金」
エキスパンドメタル	JIS G 3351 「エキスパンドメタル」

【表面処理】

各タイプ共通

(1)ボルト、ナットおよび座金は、JIS H 8641「溶融亜鉛めっき」に規定する 2種(HDZT49)の溶融亜鉛めっきを施すものとする。

(2)その他の構成部材は、溶融亜鉛めっきまたは塗装を施すものとする。

(2)-1 溶融亜鉛めっき品

JIS H 8641 「溶融亜鉛めっき」に規定する 2種(HDZT77)の溶融亜鉛めっきを施すものとする

(2)-2 塗装品

JIS K 5664 2種相当の性能を有したアクリル変性エポキシ樹脂塗料を用い、第3種ケレン後1回吹き塗りとする。

### 2.3. 他工法との比較

続粋(RE)と、重力式コンクリート構造物、ダブルウォール構造物と比較した結果を表-2.6に示します。

表-2.6 続粋(RE)と他工法との比較

	続粋(RE)	重力式コンクリート構造物	ダブルウォール構造物
品質	部材は、管理のゆき届いた工場で加工するため、品質が均一で信頼性が高い。	設計強度を得るために現場管理を十分に行う必要がある。	部材は、管理のゆき届いた工場で加工するため、品質が均一で信頼性が高い。 中詰に関して、設計強度を得るために現場管理を十分に行う必要がある。
施工性	各部材は軽量であり、人力によって容易に搬入できる。又、現地での組立はボルト接合が主体であり、特別な技能工を必要としない。そのため、施工期間を大幅に短縮でき、気象条件にも左右されない、いわゆる通年施工が可能である。	コンクリート型粋の施工は一定の技能が必要である。又、養生の関係で厳冬期の施工が困難である。 運搬時間に関しては一定の制約があり、一般に索道ではなく工事用道路により搬入する必要がある。	各部材は軽量であり、人力によって容易に搬入できる。又、現地での組立はボルト接合が主体であり、特別な技能工を必要としない。そのため、施工期間を大幅に短縮でき、気象条件にも左右されない、いわゆる通年施工が可能である。
自在性	鋼は素材として靱性に富んでいる。又、構造的にもジョイント部で変形能を得るように工夫している。したがって、軟弱地盤あるいは地すべり地帯でも効果的に利用できる。	コンクリートは曲げに弱く、軟弱地盤あるいは地すべり地帯で使用するとクラックが発生する危険性がある。	鋼は素材として靱性に富んでいる。又、構造的にもジョイント部で変形能を得るように工夫している。したがって、軟弱地盤あるいは地すべり地帯でも効果的に利用できる。

	続枠(RE)	重力式コンクリート構造物	ダブルウォール構造物
基礎工	中詰に玉石・割石等の石材を使用するので、堤体の見かけの単重は16~18kN/m <sup>3</sup> 程度であり、コンクリート構造物に比べて軽量である。そのため、基礎地盤の支持力度に対する要求度が小さく、特別な基礎工を必要としないか、あるいは敷碎石等で十分な場合が多く、経済的である。	コンクリートの単重は23kN/m <sup>3</sup> 程度であり、続枠(RE)に比較して約30~40%重い。又、コンクリートは材料として変形能が小さく、不等沈下を起こさないように十分な支持力度を確保する必要がある。そのため、基礎工の費用が大きい。	中詰に玉石・割石等の石材を使用するので、堤体の見かけの単重は16~18kN/m <sup>3</sup> 程度であり、コンクリート構造物に比べて軽量である。そのため、基礎地盤の支持力度に対する要求度が小さく、特別な基礎工を必要としないか、あるいは敷碎石等で十分な場合が多く、経済的である。
透水性	透水性に優れているため、えん堤上流側の地下水位上昇を抑えることができる。	透水性が十分でなく、えん堤上流側の地下水位が上昇しやすい。そのため、地すべりを誘発するなど法面が不安定化しやすい。	透水性が十分でなく、えん堤上流側の地下水位が上昇しやすい。そのため、地すべりを誘発するなど法面が不安定化しやすい。
現採材料	えん堤サイト近くで中詰材料が入手できる場合には、経済的である。	現採玉石の使用は一般に困難である。	一般に、えん堤サイト近くで中詰材料が入手できるので、経済的である。
耐食性	鋼の腐食については腐食しろを見込むことにより、耐久性を保証できる。しかし、強度の酸性河川では十分な配慮が必要である。	強度の酸性河川では鋼と同様に十分な配慮が必要である。	鋼の腐食については腐食しろを見込むことにより、耐久性を保証できる。しかし、強度の酸性河川では十分な配慮が必要である。
耐衝撃性	鋼部材に直接衝撃を受けると、鋼部材が破損し、中詰材が流出する可能性がある。緩衝工が必要である。	マスを大きくすることで耐衝撃性を大きくすることができる。	鋼部材に直接衝撃を受けると、鋼部材が破損し、中詰材が流出する可能性がある。緩衝工が必要である。 (鋼矢板式は不要)

---

### 3. 設計編

---

本編では、続枠(RE)を設計する際の手順や必要な設計条件について記述するとともに、安定計算例及び割付例を示します。



施工例－2 続枠（旧タイプ）擁壁

---

### 3.1. 続枠(RE)と適用箇所

---

続枠(RE)の各タイプは表－3.1に示すような個所に適しております。

表－3.1 続枠(RE)と適用箇所

区分	治山・砂防事業	林道事業
えん堤タイプ	① 谷頭部の土石流発生防止 ② 荒廢溪流の保全、勾配の維持 (谷止工) ③ 溪床の洗掘防止(床固工) ④ 溪岸の維持(護岸工) ⑤ 地すべり抑制	① 林道上部溪流の保全 ② 盛土個所の維持 ③ 捨土個所の維持

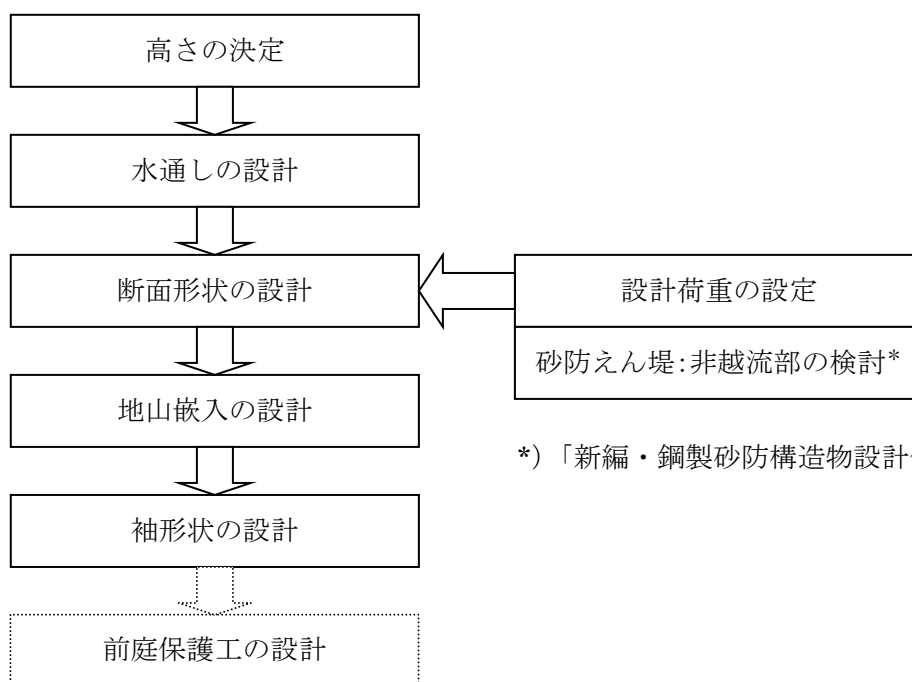
---

## 3.2. 設計手順

---

タイプ別の設計手順（例）を示します。

【砂防えん堤タイプ、治山えん堤タイプ】



\*) 「新編・鋼製砂防構造物設計便覧」 p.146 参照

---

### 3.3. 安定計算方法

---

#### 【参考文献】

参考文献を表－3.2に示します。

表－3.2 適用基準

	適用基準
砂防えん堤タイプ	「新編・鋼製砂防構造物設計便覧」，(財)砂防・地すべり技術センター 「建設省河川砂防技術基準(案)同解説」，建設省河川局
治山えん堤タイプ	「治山技術基準解説 総則・山地治山編」，林野庁 「治山堰堤・土留工断面表」，(財)林業土木コンサルタンツ 「森林土木ハンドブック」，(財)林業土木コンサルタンツ 技術研究所

#### 【安定条件】

- ① 壁体が転倒しないこと
- ② 堤底と基礎地盤との間で滑動しないこと
- ③ 基礎地盤に作用する最大荷重強度が地盤の許容支持力度以内であること
- ④ せん断変形に対し、十分な中詰材のせん断抵抗力を有すること

### 3.4. 安定計算に用いる荷重と安定条件

#### 砂防えん堤タイプ

##### 【設計に用いる荷重】

えん堤高さ	洪水時
15m 未満	静水圧

##### 【安定条件】

項目	えん堤高さ 15m 未満
転倒に対する安定	$Fr \geq 1.2$
滑動に対する安定	$Fs \geq 1.2$
基礎地盤に対する安定	$Q \leq Qa$ Qa : 許容支持力度
せん断変形に対する安定	$F \geq 1.2$

#### 治山えん堤タイプ

##### 【設計用いる荷重】

分類	標準設計	耐震設計（必要に応じて）
4型	静水圧、堆砂圧（1 / 2 土圧）	堆砂圧（地震時土圧）、地震時慣性力（堤体のみ）
5型	堆砂圧	

##### 【安定条件】

項目	標準設計	耐震設計
転倒に対する安定	$e \leq B / 6$ e : 偏心距離	$Fr \geq 1.0$
滑動に対する安定	$Fs \geq 1.5$	$Fs \geq 1.0$
基礎地盤に対する安定	$Q \leq Qa$ Qa : 許容支持力度	$Q \leq 1.5 \times Qa$
せん断変形に対する安定	$F \geq 1.2$	$F \geq 1.1$



---

### 3.5. 計算例

---

#### 砂防えん堤タイプ

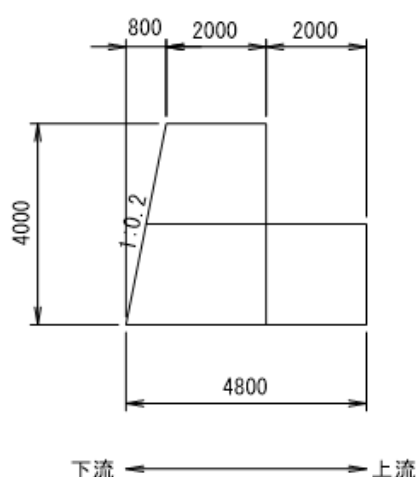
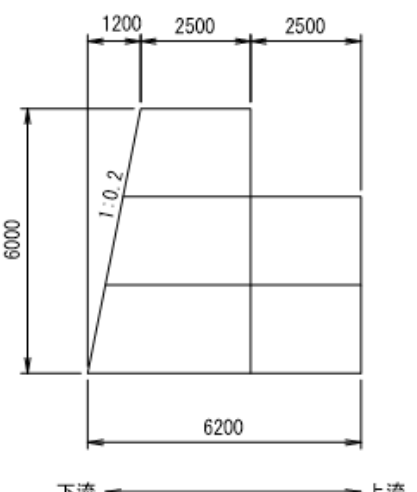
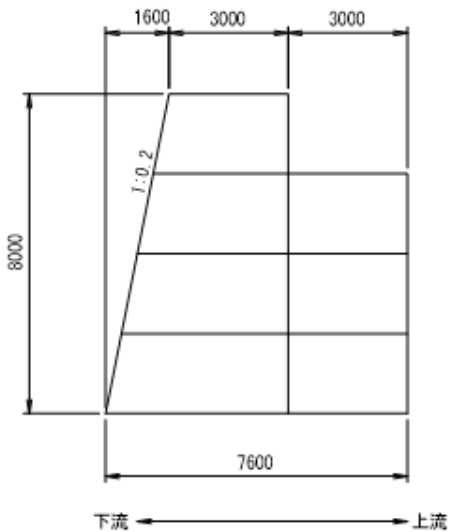
【設計条件】

静水の単位体積重量 .....	$\gamma_w = 11.8$ (kN/m <sup>3</sup> )
越流水深 .....	$h = 0.5\text{m}, 1.0\text{m}, 1.5\text{m}$
中詰材の単位体積重量 .....	$\gamma_s = 18.0$ (kN/m <sup>3</sup> )
中詰材のせん断抵抗角 .....	$\phi = 40$ (°)
堤体と基礎地盤の摩擦係数 .....	$f = 0.6$
えん堤高さ .....	$H = 4.0\text{m}, 6.0\text{m}, 8.0\text{m}, 10.0\text{m}$

表－3.3 に計算例を示します。

表-3.3 砂防えん堤タイプ安定計算一覧表（土石流は考慮しない）

<参考設計※>

えん堤高さ		4.0m				6.0m				8.0m			
参考断面													
安定条件		Fr	Fs	Q	F	Fr	Fs	Q	F	Fr	Fs	Q	F
越流水深	0.5m	4.59	1.60	101.09	1.96	3.78	1.46	159.46	1.67	3.37	1.38	219.98	1.51
	1.0m	3.91	1.44	115.72	1.65	3.32	1.34	178.12	1.46	3.03	1.29	240.58	1.35
	1.5m	3.46	1.32	130.38	1.46	2.99	1.25	195.73	1.31	2.77	1.21	262.05	1.23

※上表の値は参考断面での計算値です。計算結果はあくまで参考としてください。



---

治山えん堤タイプ

【設計条件】

静水の単位体積重量 .....	$\gamma_w =$	9.8 (4型) , 11.8 (5型) (kN/m <sup>3</sup> )
越流水深 .....	$h =$	0.5m , 1.0m , 1.5m
中詰材の単位体積重量 .....	$\gamma_s =$	18.0 (kN/m <sup>3</sup> )
中詰材のせん断抵抗角 .....	$\phi =$	40 (°)
堆砂の単位体積重量 .....	$\gamma =$	18.0 (kN/m <sup>3</sup> )
堆砂のせん断抵抗角 .....	$\phi =$	30 (°)
堆砂勾配 .....	$\beta =$	15 (°)
堤体と基礎地盤の摩擦係数 .....	$f =$	0.6
えん堤高さ .....	$H =$	4.0m , 6.0m , 8.0m , 10.0m

ここから

表-3.4 治山えん堤タイプ安定計算一覧表(4型)

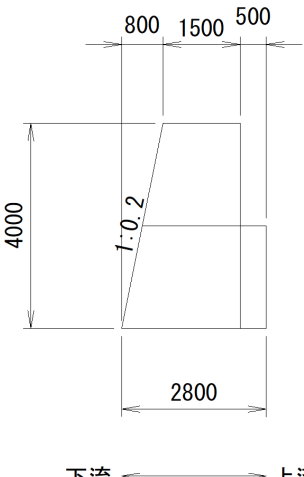
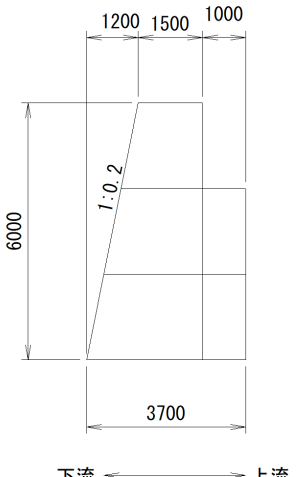
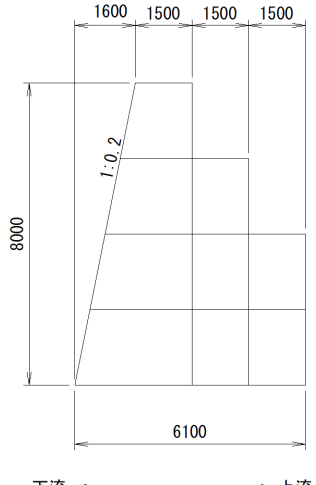
<参考設計※>

えん堤高さ		4.0m				6.0m				8.0m				
参考断面														
安定条件		e	Fs	Q	F	e	Fs	Q	F	e	Fs	Q	F	
標準設計	越流水深	0.5m	0.25	2.49	90.27	2.12	0.39	2.55	129.41	2.24	0.56	2.15	191.46	1.63
		1.0m	0.33	2.17	104.84	1.73	0.47	2.29	143.42	1.91	0.68	1.97	212.77	1.43
		1.5m	0.40	1.95	119.32	1.49	0.55	2.10	158.14	1.68	0.79	1.83	233.73	1.28

※上表の値は参考断面での計算値です。計算結果はあくまで参考としてください。

表-3.5 治山えん堤タイプ安定計算一覧表 (5型)

<参考設計※>

えん堤高さ		4.0m				6.0m				8.0m				
参考断面														
		安定条件		e	Fs	Q	F	e	Fs	Q	F	e	Fs	Q
標準設計	越流水深	0.5m	0.08	2.11	86.35	1.84	0.19	1.89	140.10	1.51	0.05	2.40	149.77	2.27
		1.0m	0.11	1.98	97.65	1.64	0.23	1.80	154.23	1.39	0.08	2.31	159.76	2.12
		1.5m	0.13	1.88	107.82	1.50	0.26	1.73	167.13	1.29	0.10	2.24	168.56	2.00

※上表の値は参考断面での計算値です。計算結果はあくまで参考としてください。

---

### 3.6. 部材強度計算の考え方

---

続枠(RE)の外力に対する堤体強度は、中詰材のせん断強度に依っています。よって、続枠(RE)の安定計算では、中詰材のせん断抵抗力についても照査しております。

即ち、部材強度計算においては、堤体を中詰材のせん断抵抗力が発揮できる形状に保持することができれば良いことになります。

したがって、続枠(RE)の部材は、中詰材の土圧に対して安全となるように、鋼種及びその取付間隔（数量）を決定いたします。

---

## 4. Q & A 編

---

本編では、概要編・設計編・施工編で説明していない事項あるいは説明が不十分な事項について、具体的な項目としてQ & Aの形式を用いて説明いたします。



施工例－4 京都府（堤高：6 m）



---

#### 4.1. 耐用年数はどれくらいですか

---

Answer :

続粋(RE)の耐用年数は、①鋼材の腐食しろによるもの ②亜鉛めっきによるもの(めっき品のみ)の合算により算定することができます。

##### ① 鋼材の腐食しろによる耐用年数

続粋(RE)の腐食しろは片面 1.5mm を考慮して部材を決定しております。よって、耐用年数は次式によって計算されます。

$$\text{耐用年数 A} = \frac{\text{さび代 (mm/年)}}{\text{腐食速度 (mm/年)}}$$

##### ② 亜鉛めっきの耐用年数\*1

一般に亜鉛めっきの耐用年数は亜鉛の付着量と亜鉛の腐食速度から次式によって計算されます。(続粋(RE)の亜鉛付着量は、550 g/m<sup>2</sup>以上)

$$\text{耐用年数 B} = \frac{\text{亜鉛付着量 (g/m}^2\text{)}}{\text{腐食速度 (g/m}^2\text{/年)}} \times 0.9$$

##### ③ 各種環境における腐食速度\*2

腐食速度に及ぼす因子は多く、ここでは「土木構造物の腐食・防食Q&A」の調査結果を参考にします。

表－5.1 各種環境における鋼材の腐食速度 (Q-8、Q-12 より抜粋)

環境		腐食速度 (mm/年)	平均腐食速度 (mm/年)
土中		0.02~0.03	0.025
大気	田園地帯	0.01~0.02	0.015
	海岸地帯	0.03~0.05	0.04
	工業地帯	0.04~0.055	0.048

表－5.2 各種環境における亜鉛めっきの腐食速度（Q-64より抜粋）

環境		腐食速度 (g/m <sup>2</sup> /年)	平均腐食速度 (g/m <sup>2</sup> /年)
土中		29～180	105
大気	田園地帯	8～12	10
	海岸地帯	11～14	13
	重工業地帯	32～35	34

④ 各種環境における続粋(RE)の耐用年数

各種環境における続粋(RE)の耐用年数は、上記①～③より表－5.3のようになります。

表－5.3 各種環境における続粋(RE)の耐用年数

環境		腐食しよによる耐用年数 A (年)	亜鉛めっきによる耐用年数 B (年)	塗装品耐用年数 (年)	めっき品耐用年数 (年)
土中		60	5	60	65
大気中	田園地帯	100	50	100	150
	海岸地帯	38	38	38	76
	重工業地帯	31	15	31	46

※耐用年数算定には、平均腐食速度を用いた。

注) pH 4以下の酸性河川で使用する場合には、別途腐食対策が必要になります。（「新編・鋼製砂防構造物設計便覧」参照）

参考文献)

\*1：社団法人 鋼材倶楽部：土木構造物の腐食・防食Q&A，Q-65，平成4年12月

\*2：社団法人 鋼材倶楽部：土木構造物の腐食・防食Q&A，Q-8,12,64，平成4年12月

## 4.2. 出来形管理基準はありますか

Answer :

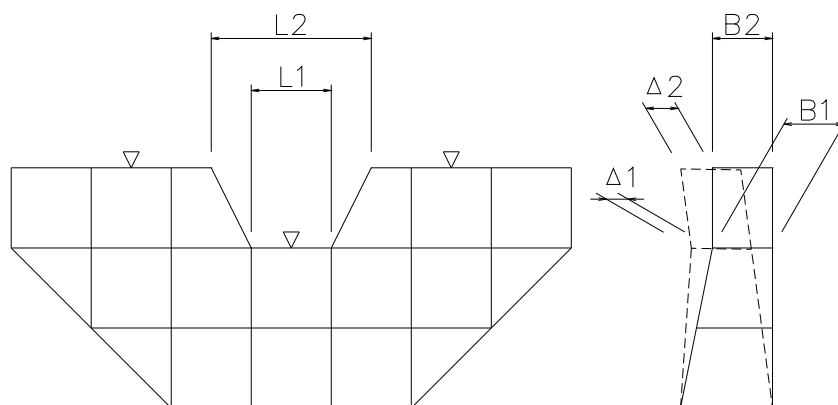
続枠(RE)はコンクリート重力えん堤と比較して支持力の小さい地盤にも対応できる特長を有しており、地盤変形にも構造の屈撓性により追随することができます。よって、施工中の若干の変形は許容されるものと考えます。

一方、出来形の基準については、各事業所により定められている場合がありますが、参考として「新編・鋼製砂防構造物設計便覧」の内容を引用いたします。これによると、「設置時に堤高、堤長、堤幅、下流側への倒れ等が所定の許容誤差内であることを確認する」とあります。

また、その許容誤差は表-5.4のように示されています。ただし、地盤の変形等による変位は含みません。

表-5.4 据付時許容誤差

項目		許容誤差
水 通 し 部	堤高 $\nabla$	$\pm 50\text{mm}$
	堤長 L	$\pm 100\text{mm}$
	堤幅 B	$\pm 50\text{mm}$
	下流側倒れ $\Delta$	高さの 2%
袖 部	堤高 $\nabla$	$\pm 50\text{mm}$
	堤幅 B	$\pm 50\text{mm}$
	下流側倒れ $\Delta$	高さの 2%



---

#### 4.3. 軟弱地盤で使用する場合の対策はどのようなものがありますか

---

Answer :

続枠(RE)はコンクリート重力式えん堤と比較すると、中詰材の単位体積重量がコンクリートに比べて約 20%軽く、堤底幅も一般に大きくなるので、基礎地盤に対して要求する支持力度はかなり小さくなります。

また、構造的に屈撓性に優れていますので、地盤変形に追随することができます。

しかし、基礎地盤の許容支持力が要求する地盤反力度に満たない場合は、対策を講じる必要があります。対策としては、一般に続枠(RE)を設置する個所は支持地盤がかなり深いので、良質土による置換工法を採用しております。

以下に、置換する深さの計算例を示します。

---

##### 【計算例】

置換後の地盤反力度は下記式による。

$B$  : 堤底幅(m)

$\theta$  : 荷重の分散傾斜角(= 30°)

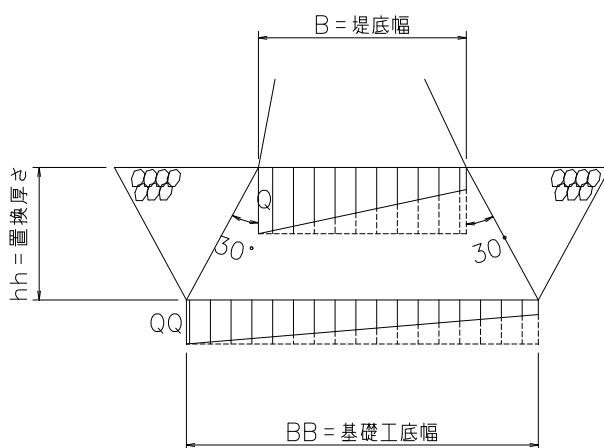
$\gamma_s$  : 置換部の単位体積重量( $kN/m^3$ )

$hh$  : 置換厚さ(m)

$Q$  : 地盤反力度( $kN/m^2$ )

$BB = B + 2 \times hh \times \tan \theta$

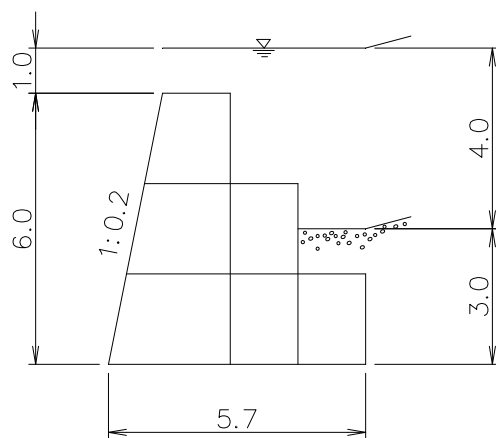
置換後の地盤反力度  $QQ = Q \times \frac{B}{BB} + \gamma_s \times hh$



図－ 5.1 地盤反力の分散

---

例として、下記設計条件で検討する。



上式に以下の値を代入する。

- 地盤反力度  $Q=141.48(\text{t}/\text{m}^2)$
- 置換厚さ  $h'=1.9(\text{m})$
- 続杵(RE)堤底幅  $B=5.70(\text{m})$

$$BB = B + 2 \times hh \times \tan \theta = 7.89(\text{m})$$

$$QQ = Q \times \frac{B}{BB} + \gamma_s \times hh = 119.31(\text{kN}/\text{m}^2) < QA = 119.50(\text{kN}/\text{m}^2)$$

したがって、置換厚さは  $h=1.9(\text{m})$ 、下幅は  $BB=7.89(\text{m})$  となる。

---

#### 4.4. 自在性はどれくらいですか

---

Answer :

続粋(RE)はその構造上、部材連結部をピン構造とすることで、自在性をもたせてあります。

##### 鉛直方向の自在性

工場での仮組実験によると、1 スパン (2 m スパン) 当り 15cm 以上の自在性があることが検証されており、この範囲では部材強度的にも問題がありません。



【試験結果】

旧タイプ	Re type
15cm/スパン	16cm/スパン

---

#### 4.5. 中詰材に現地発生土を使用できますか

---

Answer :

中詰材には以下の内容を満足する必要があります。

① 続枠(RE)の外部に流水時でも漏れ出ないこと（面材の間隔より大きい粒径とすること）

② 設計に必要な単位体積重量及びせん断抵抗角を有すること

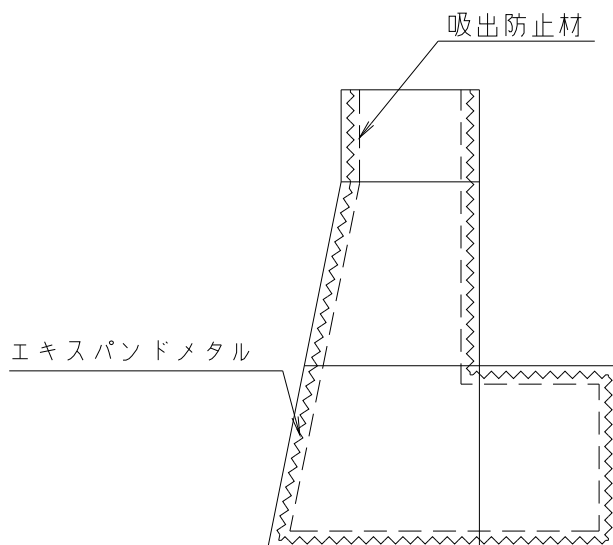
③ 脆くないこと（簡単に砕けてしまわないこと）

①について言い換えれば、面材の間隔を狭くする対策を行えば、小さい粒径の材料を使用できます。②については、安定計算及び構造検討時に予め、中詰材の特性値を考慮して行えば良いことになります。

これらのことを勘案して、現地発生土の使用を検討するとき、①の面材間隔を小さくする（あるいは何らかの方法にて）ことができれば、使用できることになります。ただし、現地発生土を使用する場合でも、中詰前に材料をふるいにかけて、細粒分は取り除いておくことが重要です。細粒分については、流水時での流出防止は不可能であるので、中詰材としては使用しないようにします。

#### 方法（例）

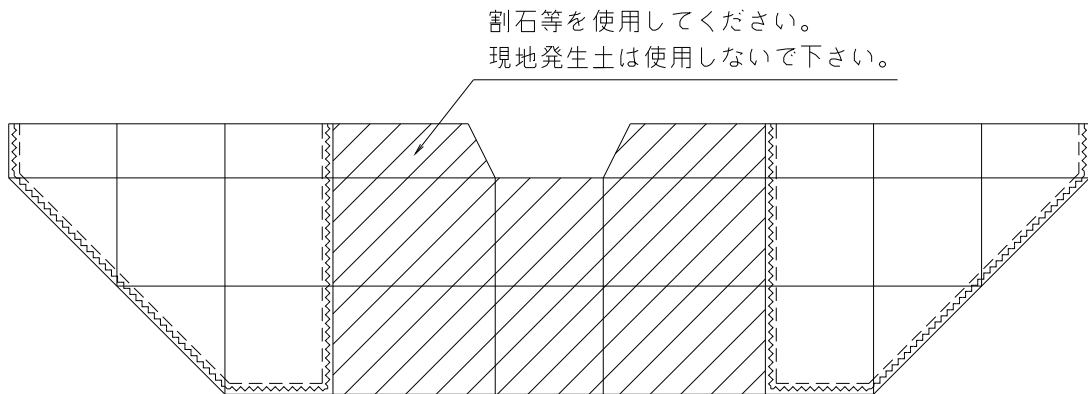
その方法として、下図のようにエキスパンドメタル（XS43）＋吸出防止材を面材の内側に取り付ける方法を推奨いたします。



---

### 注意事項

上記方法をとった場合でも、えん堤工における水通し部及びその流下部分（下図、斜線部）には、現地発生土を使用しないようにしてください。万一、水通し部の中詰材が流出すれば、堤体全体の破壊に至る可能性があります。





---

#### 4.6. 中詰せん断抵抗力の算定式にはどんな方法がありますか

---

Answer :

「新編・鋼製砂防構造物設計便覧」p152～155 によりますと、中詰せん断抵抗力の算定式には下記の 2 つの考え方があります。

##### 1) 香月・石川・伊藤の推定式

上流面が傾斜（階段状）している場合についての実験式。

$$Mr = \frac{P_t (2h_1^2 + h_2^2 + 3h_1h_2 - \eta H^2)}{6}$$

ここで、Mr : 中詰材の単位幅あたりの抵抗モーメント (kN・m/m)

H : 堤高 (m)

h<sub>1</sub> : 前壁から 45° に延長した線が後壁面と交わる点 T の高さ (m)

h<sub>2</sub> : T 点から堤体頂部までの高さ (H-h<sub>1</sub>) (m)

η : 前壁面下部の増分礫圧の基準値に対する低減係数

P<sub>t</sub> : 後壁面に生ずる増分礫圧の基準値 (kN/m<sup>2</sup>)

$$P_t = 4\overline{M}P_v \tan \phi_s$$

φ<sub>s</sub> : 中詰材のせん断抵抗角 (°)

P<sub>v</sub> : 底面に作用する垂直礫圧 (kN/m<sup>2</sup>)

M : 無次元モーメント

$$\overline{M} = a\gamma_a + b\gamma_a^c$$

γ<sub>a</sub> : 許容せん断変形量

a,b,c : 実験定数

##### 2) 北島の推定式

鋼矢板セル式係船岸の設計計算法。

$$Mr = \frac{1}{6} \cdot \gamma \cdot R_0 \cdot H_0^3$$

ここで、R<sub>0</sub> :  $\frac{2}{3} \cdot v_0^2 \cdot (3 - v_0 \cdot \cos \phi) \cdot \tan \phi \cdot \sin \phi$  (変形を許さない場合)

$v_0^2 \cdot (3 - v_0 \cdot \cos \phi) \cdot \sin \phi$  (変形を許す場合)

γ : 中詰の換算単位体積重量 (中詰材の単位体積重量を一定とした場合の単位体積重量) (kN/m<sup>3</sup>)

---

- 
- $H_0$  : 換算壁高 (中詰材の換算単位体積重量を用いた場合の中詰材による抵抗モーメントを計算するための仮想の壁高) (m)
- $v_0$  :  $B/H_0$
- $B$  : 換算壁体幅 (m)
- $\phi$  : 中詰材のせん断抵抗角 ( $^{\circ}$ )

中詰材のせん断抵抗モーメントを算定する式は、上記の2通りの考え方がありますが、過去の実設計への適用実績等を勘案して、現状では続粋(RE)の設計に北島の推定式 (変形を許す場合)を適用しています。

---

#### 4.7. 水通し部保護コンクリートは必要ですか

---

Answer :

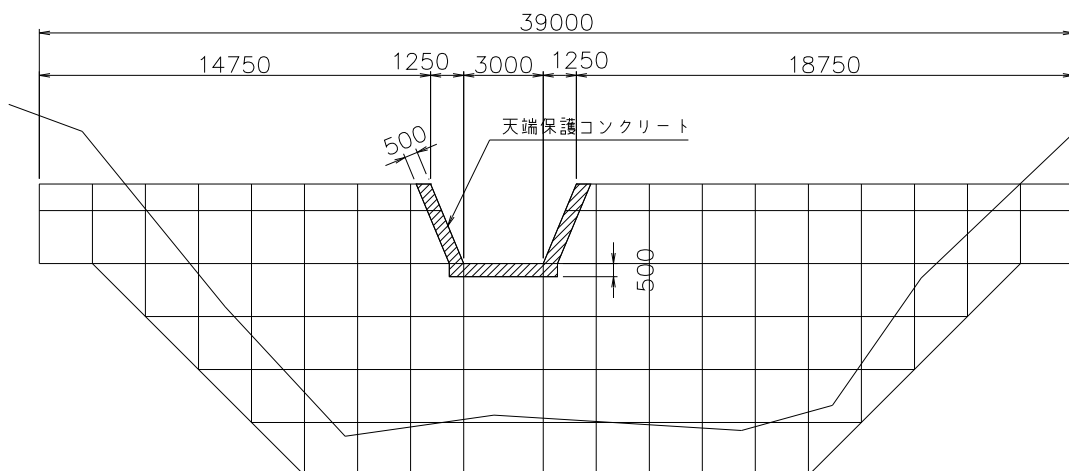
水通し部保護コンクリートが必要になるのは、水通し部鋼部材が破損する恐れのある場合で、例えば以下のような場合です。

- 水通し部を転石が通過する
- 通過流量が非常に多く、土砂混入が多い

このような場合、水通し部に厚さ 50cm 程度の保護コンクリートを打設することを推奨いたします。（「新編・鋼製砂防構造物設計便覧」 p.145）

下図に打設の一例を示します。

一般図（例）



---

#### 4.8. ボルトの締め付けトルクはどれくらいですか

---

Answer :

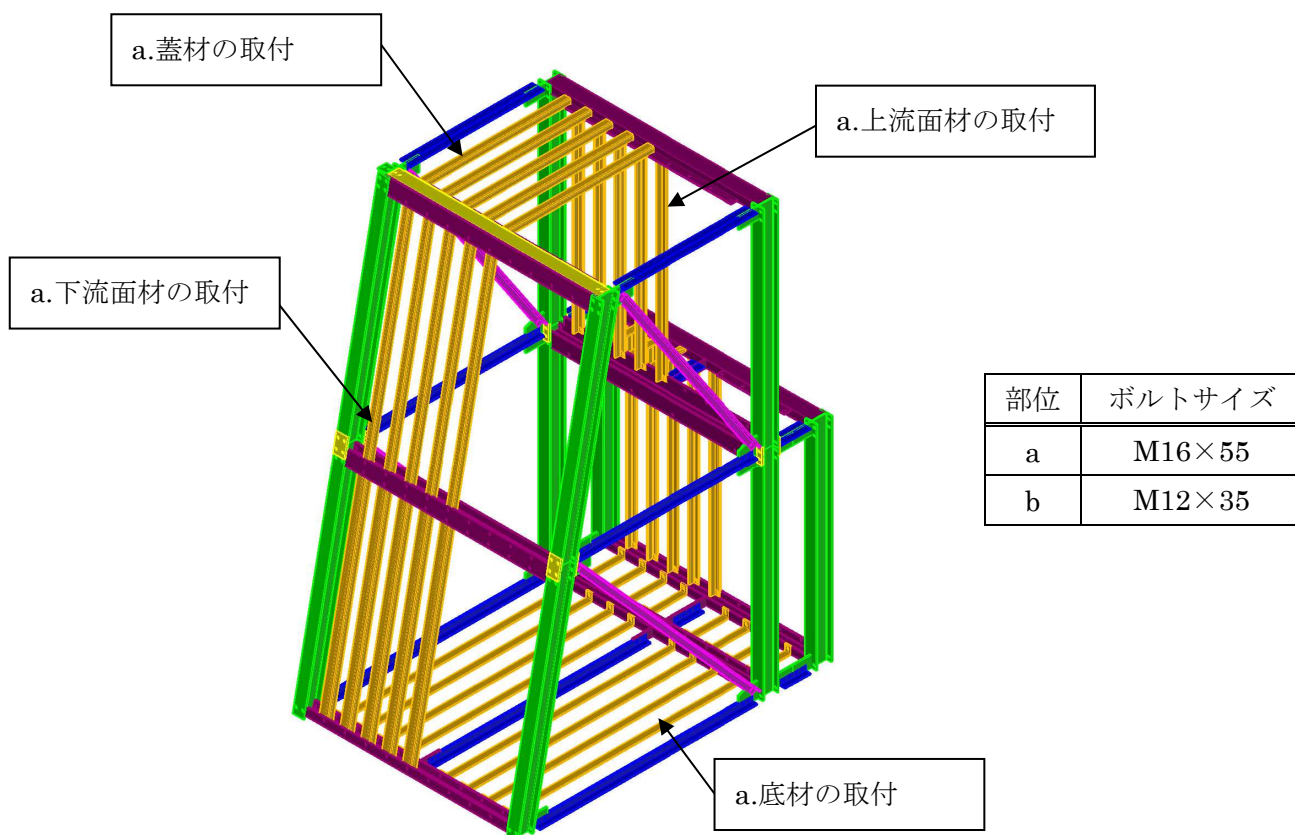
続枠(RE)の部材取付ボルトのサイズは M16, M12 の 2 種類があり、強度区分 4.8 又は 8.8 相当のボルト強度を有しております。また取り付けは全てピン構造として検討しておりますので、摩擦接合の様なトルク管理を行う必要はなく、手締め程度で問題ありません。

※ナット（座金）と部材が隙間なく締まっていれば問題ありません。仮にボルトが共回りするような場合でも、ナット（座金）と部材が隙間なく締まっていれば問題はありせん。

しかし、施工上の目安として下記に示す締め付けトルクの参考値をあげております。

a.面材取付	: M12 ボルト	20	～	60	N・m
b.その他取付	: M16 ボルト	90	～	170	N・m

上記に示した参考締め付けトルク値は、実際に手締め及び機械締めを行い、十分に締め付けられていることを確認した値に対し、現地の作業状況を勘案して設定したものです。



---

#### 4.9. 土石流区間で使用できますか

---

Answer :

床固工（一般に堤高 5 m 程度以下）として使用できます。ただし、以下の点に注意する必要があります。

- ①水通し部の摩耗対策として、コンクリート等で保護する。(5.7.参照)
- ②礫等による衝撃の危険性がある袖部及び本体部は緩衝材等で保護する。また、流出防止対策を施す。
- ③現地状況に応じて、偏心荷重に対する安全性を検討する。  
等があります。

なお、床固工より規模が大きい場合は、施設目的・現場条件等を十分考慮した上で、構造を決定いたしますのでご相談ください。

---

## 5. おわりに

---

続粋(RE)が適正な個所に、適正な設計で、適正な施工をされ、大きな役割を果たすことを願って、本マニュアルを作成いたしました。

しかしながら、製品には常に改良が行われております。また、設計の考え方も変化する可能性もあります。私どもといたしましても、本マニュアルを常に見直し、最新の内容に維持して参る所存ですので、宜しく願いいたします。

続粋(RE) 設計マニュアル

---

2022年8月 発行

発行 JFE 建材株式会社  
URL <http://www.jfe-kenzai.co.jp/>

---

---