

平成 2 9 年度
関東農政局管内国営事業総合技術支援業務
報 告 書
(資料編)

平成 30 年 3 月

一般財団法人 日本水土総合研究所

目 次

1. 那珂川沿岸地区	1
1. 1 現地調査委員会	3
1. 1. 1 議事次第	5
1. 1. 2 出席者名簿	9
1. 1. 3 委員会資料	1 3
2. 三方原用水二期地区	7 1
2. 1 現地調査委員会	7 3
2. 1. 1 議事次第	7 5
2. 1. 2 出席者名簿	7 9
2. 1. 3 委員会資料	8 3

1. 那珂川沿岸地区

1.1 現地調査委員会

1.1.1 議事次第

平成29年度 関東農政局管内国営事業総合技術支援

那珂川沿岸地区 現地調査委員会

議 事 次 第

開催日時 : 平成30年 1月11日 (木)

現地調査 9:30～12:00

集合 (JR水戸駅 南口)	9:30
移動 (水戸駅～事業所)	9:30～9:50
概要説明	9:50～10:10
移動 (事業所～現地)	10:10～10:30
現地調査 (60分)	10:30～11:30
移動 (現地～事業所, 昼食含む)	11:30～13:00

室内検討 13:00～15:00

- | | |
|---|---------------|
| 1. 開会 | 13:00 |
| 2. 挨拶 (那珂川沿岸農業水利事業所 田中所長) | 13:00 ～ 13:05 |
| 3. 出席者紹介 | 13:05 ～ 13:10 |
| 4. 議事 | |
| 1. 説明 (45分) | 13:10 ～ 13:55 |
| (1) 斜面配管の施工における斜面部への資材搬入工法の検討 | |
| (2) 河川内基礎杭の施工における河川堤体や推進管への影響を踏まえた仮設計画の検討 | |
| 2. 質疑応答 (60分) | 13:55 ～ 14:55 |
| 5. 挨拶 (関東農政局 江間地方参事官) | 14:55 ～ 15:00 |
| 6. 閉会 | 15:00 |

1.1.2 出席者名簿

平成29年度 関東農政局管内国営事業総合技術支援
那珂川沿岸地区 現地調査委員会

出席者名簿

委員長	青山 咸 康	京都大学 名誉教授
委員	佐藤 周 之	高知大学 教育研究部 自然科学系 農学部門 准教授
〃	入江 正 樹	清水建設株式会社 土木技術本部 上席エンジニア
〃	佐藤 靖 彦	西松建設株式会社 技術研究所 主席研究員

農林水産省 関東農政局

江 間 敏 介	地方参事官(各省調整)
田 村 和 義	農村振興部 水利整備課 課長補佐
辻 伊一郎	農村振興部 水利整備課 国営第2係長

土地改良技術事務所

佐藤 敦 史	専門技術指導官
東 野 徹 男	専門技術指導官

那珂川沿岸農業水利事業所

田 中 久 二	所長
栃 木 能 夫	工事第一課長
谷 崎 勉	技術専門官
丹 下 重 俊	工事第1係長
金 城 信 彦	工事第1係

(一財)日本水土総合研究所

傍 島 裕 人	主任研究員
井 上 吉 弘	主任研究員

オブザーバー

伊野波 秀 房	(株)三祐コンサルタンツ
---------	--------------

1. 1. 3 委員会資料

関東農政局管内国営事業総合技術支援

現地調査委員会資料

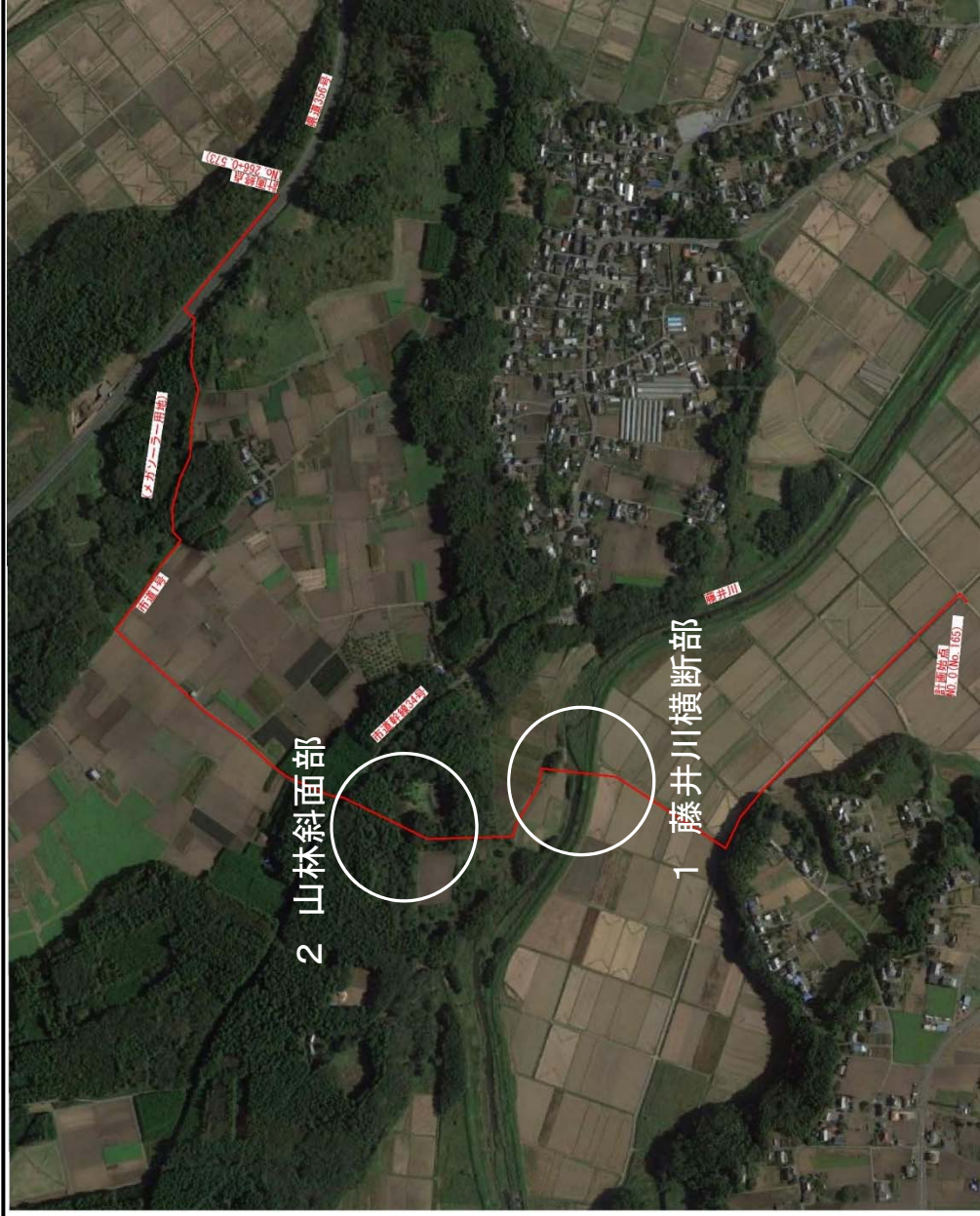
平成30年1月11日

那珂川沿岸農業水利事業所

国営事業総合技術支援業務 那珂川沿岸地区

検討テーマ

- 1 藤井川に架設する仮設進入路について、基礎杭の施工による河川堤体や推進管への影響を踏まえた仮設計画の検討に係る課題と留意点を整理する。
- 2 山林部での斜面配管の施工に関し、用地に制約がある中で、斜面部へ資材を搬入するための工法の検討に係る課題と留意点を整理する。



<https://www.google.co.jp/>

1. 設計条件

1-1. 水那幹線水路藤井川横断部実施設計業務の概要

- (1) 水路名：水那幹線水路（成沢吐水槽～戸崎調圧水槽）の中間部（藤井川横断部）〈参考資料 P1〉
- (2) パイプライン形式：セミクローズドタイプ
- (3) 設計延長：2,246m
- (4) 設計流量：0.511m³/s（8月第3半旬）
- (5) 管種管径：DCIP φ600
- (6) 付帯工：制水弁2箇所、空気弁工9箇所、排泥工3箇所

1-2. 国営事業総合技術支援業務区間

テーマ ①（河川横断）：藤井川左岸への重機・資材を搬入するための仮設進入路が必要
テーマ ②（斜面部）：現地盤の傾斜は14°を超えるため、斜面に対応した仮設工が必要



1. 設計条件

1-3. 地形・地質

(1) ボーリング調査

設計区間は大まかに低平地、斜面、丘陵地と分類され、各地域の地層と地下水の状況は下表のとおりである。

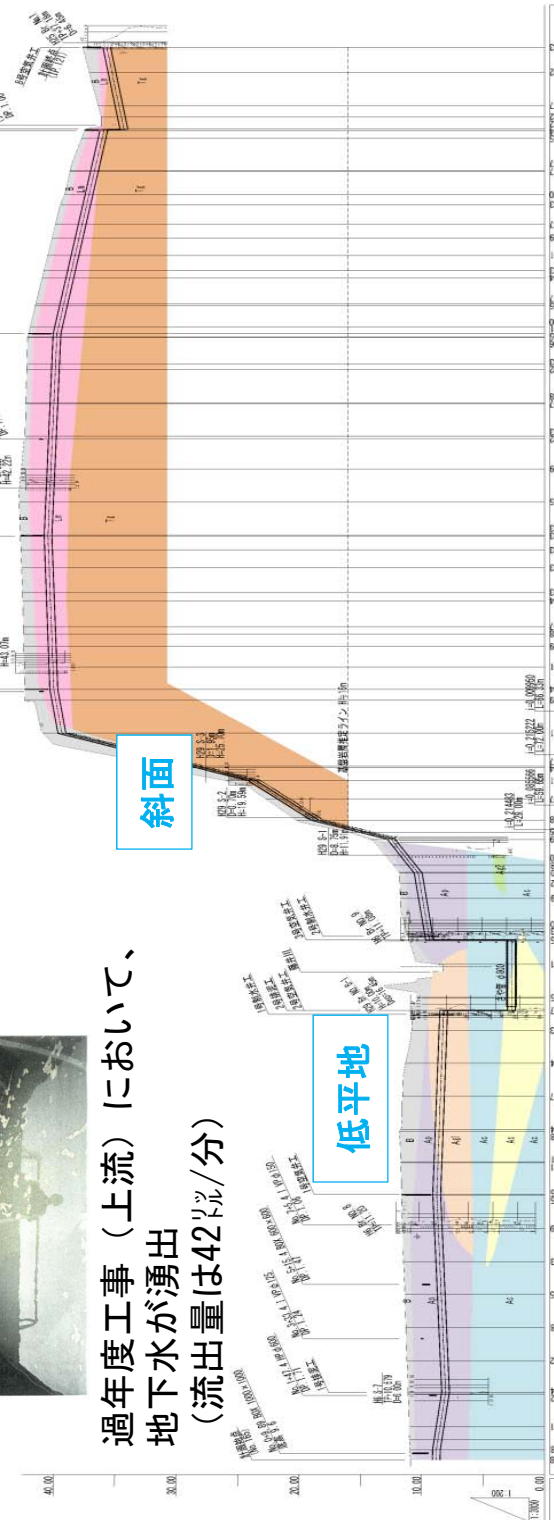
〈参考資料 P2～P8〉

地域	地層	地下水
低平地	沖積層の腐食土・粘性土でN値1の軟弱地盤	GL-0.20 ～ -1.30mで確認
斜面	洪積地盤段丘礫層の上に表層0.8～3.0mの層厚	基盤岩層と表層付近から湧水を確認
丘陵地	洪積層上にローム層でN値4の軟弱地盤	GL-3.0 ～ -9.70mで確認

低平地



過年度工事（上流）において、
地下水が湧出
（流出量は42ℓ/分）



斜面



低平地

東茨城台地（那珂川右岸段丘）
斜面中腹に露頭する硬質泥岩。
表面は容易に崩せる固さ

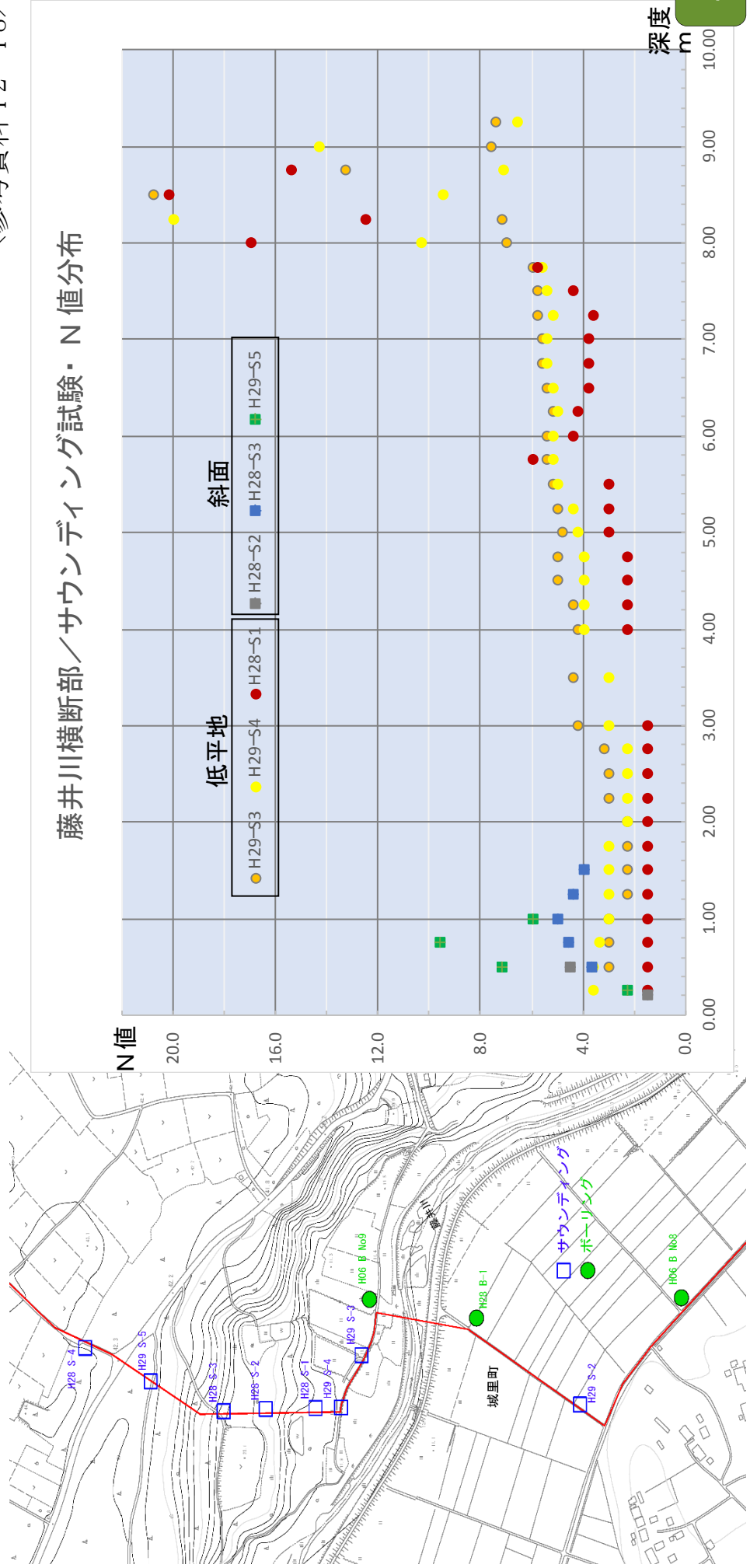
1. 設計条件

1-3. 地形・地質

(2) サウンディング調査

ボーリング調査を補足するためサウンディング調査（N値）を行った。
調査の結果、低平地では貫入深さ8mまではN値4前後、斜面部では貫入深さ1m程度からN値4以上の値を示した。

〈参考資料 P2～P8〉



1. 設計条件

1-4. 現場の諸条件

河川横断部		斜面部
① 推進位置	協議済み（同意）	① 計画路線は、用地境界に寄せること
② 河積に対する阻害率	5 %以下	② 立木の伐採は、最小限にすること
③ 出水期の仮設橋存置	可	
④ H 鋼杭の堤体内打設	可	
⑤ H 鋼杭の引抜き後	堤体内はセメントミルクで穴埋め	
⑥ 堤防道路の通行止め	不可（仮廻し道の設置）	
⑦ 左岸の築堤計画	なし	

1-5. 藤井川左岸部の工事内容

- 1) 仮設道路
- 2) 推進工（さや管方式φ800mm）（到達立抗の仮設材含む） L=107m
- 3) 低平地部配管φ600mm L=150m
- 4) 斜面部配管 φ600mm L=221m
- ＜参考資料 P9～P11＞

1-6. 工程

工程計画は10.5ヶ月を予定

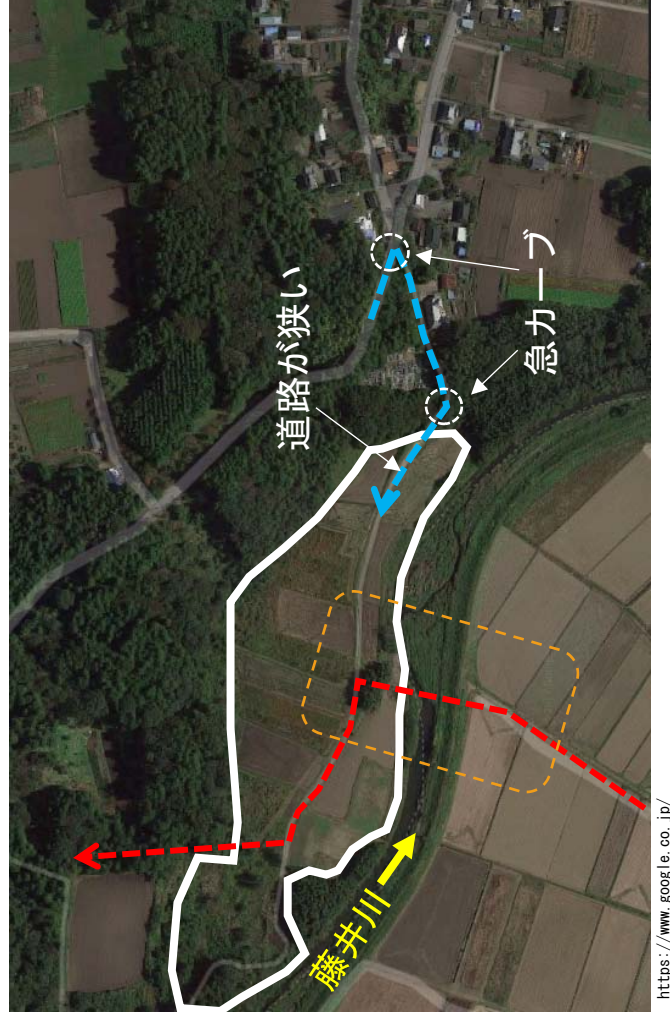
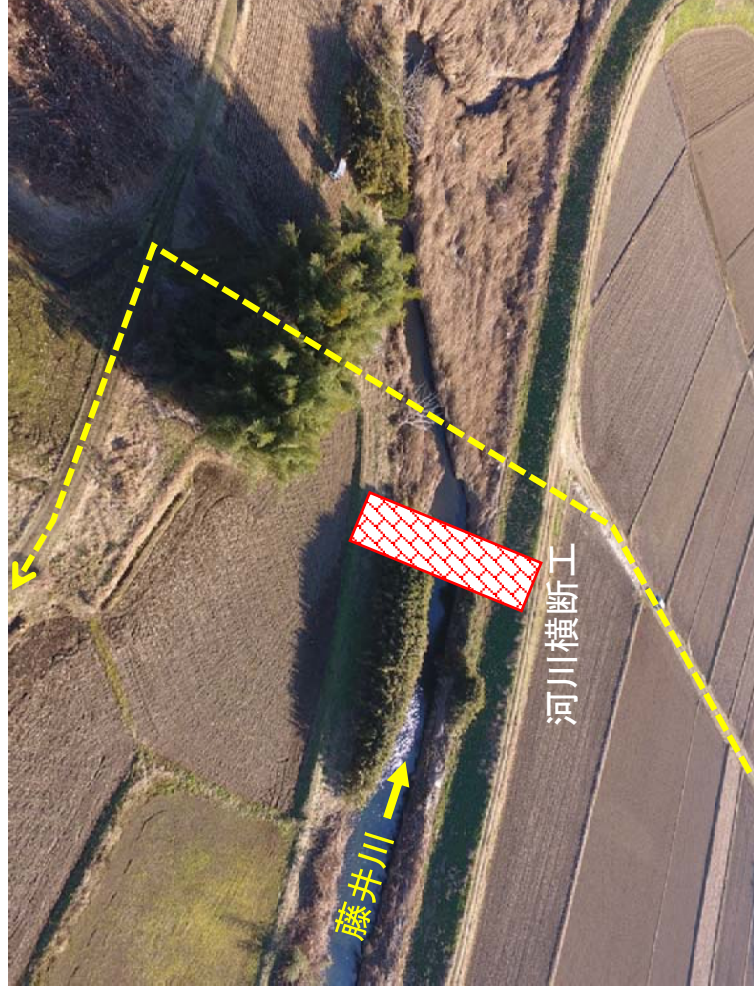
＜参考資料 P12＞

2. 現場の特徴・課題と対応

2-1. 河川横断工（仮設進入路）

特徴：藤井川左岸は河川と山林に挟まれた農地
→ 左岸側へ大型車が進入できる道路がない

課題：左岸へ進入するため仮設進入路が必要
→ 河川工作物許可基準のもと、経済性・施工性を
踏まえた河川横断工の検討が必要



対応：出水期も通行可能とする仮橋計画を策定

2. 現場の特徴・課題と対応

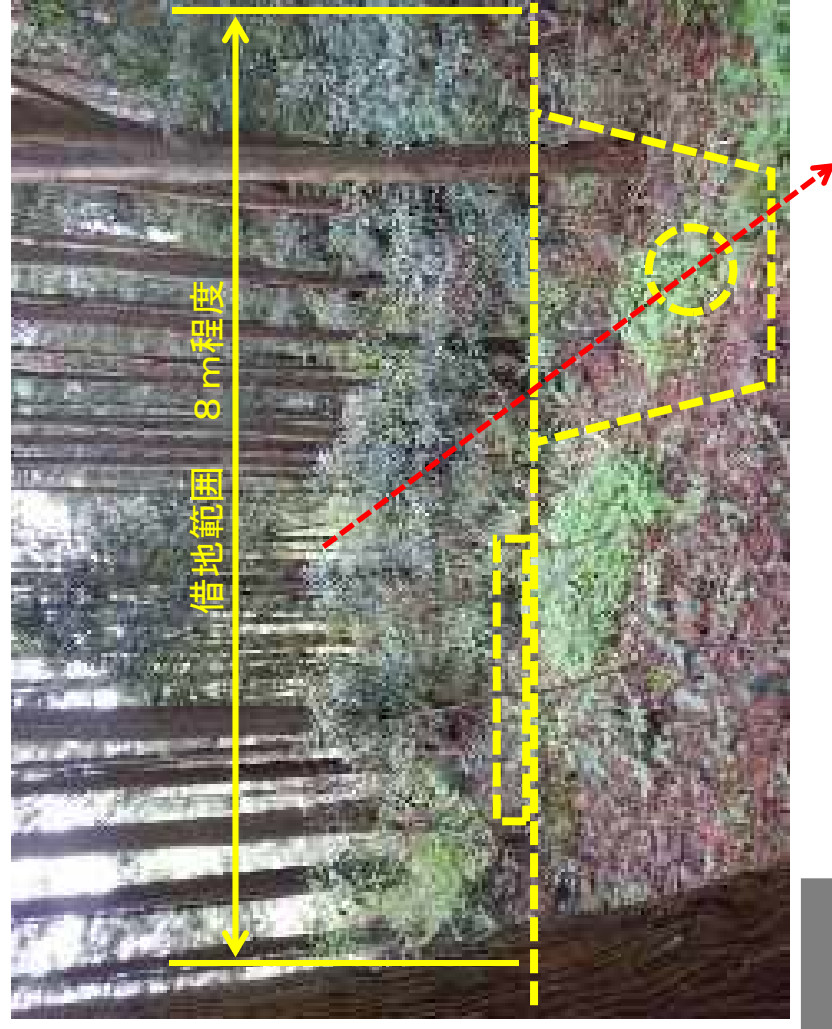
2-2. 斜面工

特徴：計画路線は山林（斜面）

→ 立木伐採の範囲を最小限にする必要
（借地範囲 8 m 程度）



課題：用地制約があり、施工のための仮設道路が造れない
→ 経済性・施工性を踏まえた斜面運搬路の検討が必要



対応：8 ケースの施工方法を検討し、インクライン計画を策定

3. 検討テーマ1（仮設進入路）

3-1. 進入路計画

藤井川左岸側へ進入できる既存道は、市道幹線34号から市道28号に入るルートで、路線の現状は下表の通りである。

現状	
①	市道幹線34号と市道28号の交差する角度が急である
②	市道幹線34号の幅員は6.0mで、水道が埋設されている
③	市道28号の幅員は3.5～5.0mであり、西側で90°曲がった以降は幅員2.7mとなる
④	市道28号の南側には近接して民家、右側のブロック積上部には墓地がある
⑤	市道28号の道路下には、水道、地域排水管、集落排水管が埋設されている

路線の現状から大型車の進入路は困難と判断する。
よって、藤井川左岸への進入は藤井川右岸からとし、河川横断を計画する。



3. 検討テーマ1（仮設進入路）

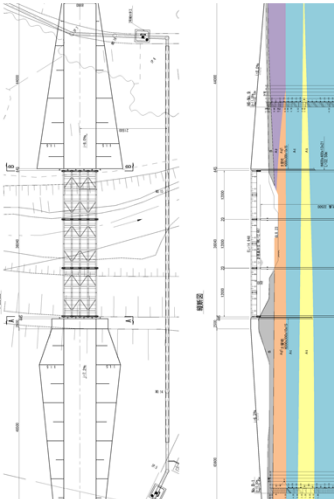
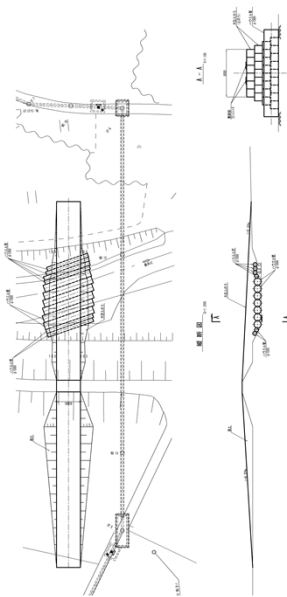
3-3. 藤井川横断工法の検討

藤井川左岸への横断方法について、仮橋工法及び仮水路（ハウエル管）工法の2案について比較検討を行った。結果（下表）、仮水路工法（ハウエル管）は、出水期に撤去する必要があるため、経済性や工期への影響から不利となる。



仮橋工法を採用（参考資料 P13～P17）

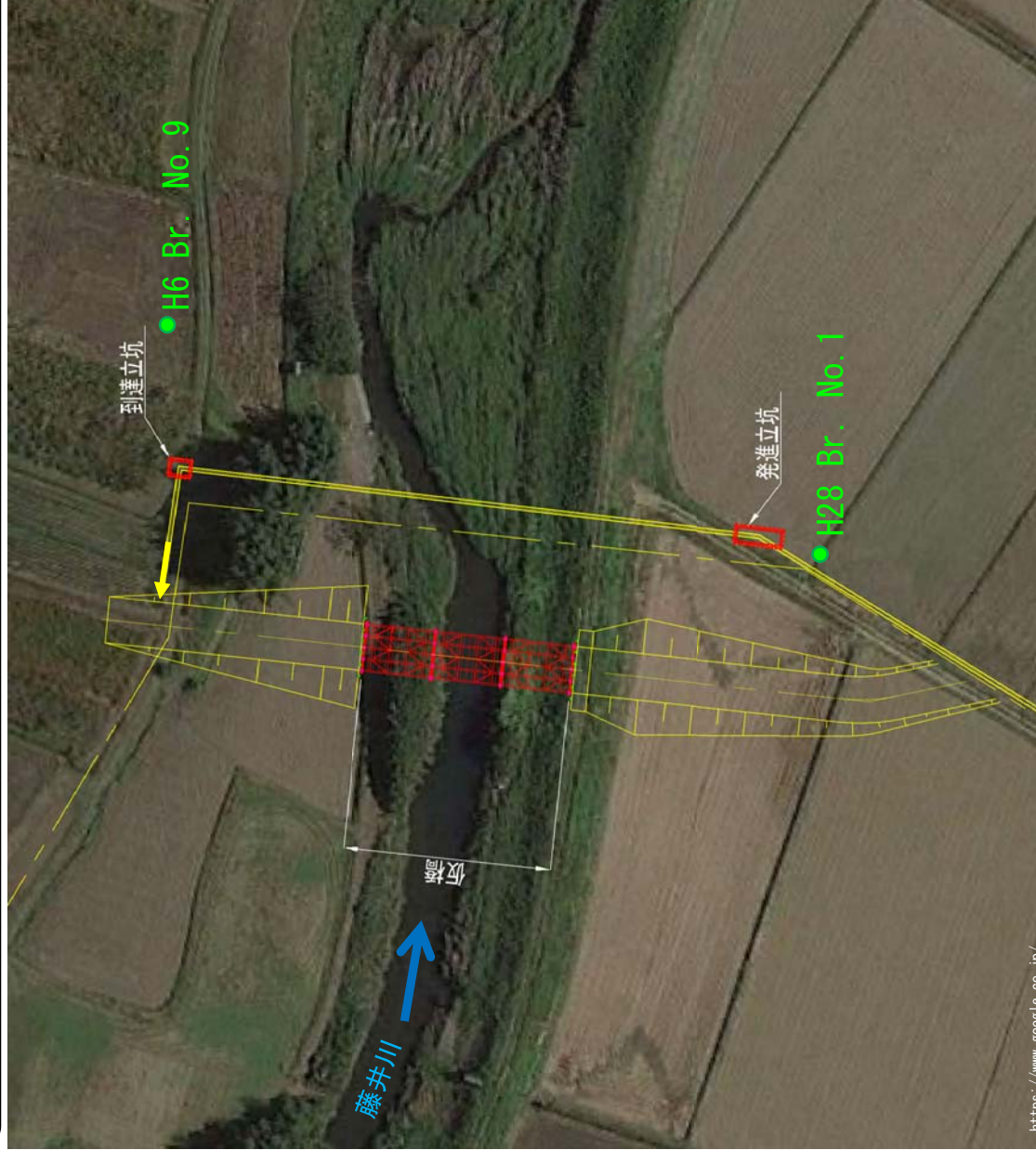
藤井川横断仮設工比較表

工種	1案 仮橋工法	2案 仮水路（ハウエル管）工法
概要図		
概要	- 仮橋長：36.0m - 橋幅員：6.0m（幅員8.0m杭打設・引抜時） - 取付道路：山砂盛土	- 仮回し水路：ハウエル管φ1800mm、6連φ1000mm、6連 - 仮設道路：大型土のう積み - 取付道路：山砂盛土 - 水量 Q=43.3 m³/S（非出水期）
施工性	仮橋工は、12.0mスパン毎に橋脚設置→打込み→上部工設置→覆工板設置等の作業手順で、促進しながらの施工となり、河川内作業は発生しない。 仮橋撤去時も同様に覆工板撤去→上部工撤去→橋脚引抜き等の繰り返し作業となる。 施工性は良い。 工期は、設置工1.7ヶ月、撤去工1.0ヶ月でやや掛かる。	仮回し水路は、半線縮切り（大型土のう）で土木シート敷設、ハウエル管、大型土のう、敷設板等の設置・撤去等の繰り返し作業で河川内作業が発生する。 そのため、護岸工の撤去復旧が発生する。 施工性は、簡易である。 工期は、設置・撤去で3.3ヶ月が掛かる。
環境への影響	計画高水位HWLより余裕高0.8mを確保しているため、排水能力がある。周辺への影響はない。	過去5ヶ年の当該工事期間中の降雨想定しているが、ゲリラ降雨が発生した場合、排水ができなことが懸念される。周辺への影響を及ぼす恐れがある
経済性	116,300 千円（諸経費込み）	64,200 千円（諸経費込み） 単年度費 64,200千円×2回= 128,400 千円
評価	経済性で優位である。	経済性で不利であり、工期も掛かる。

3. 検討テーマ1（仮設進入路）

3-4. 仮橋計画

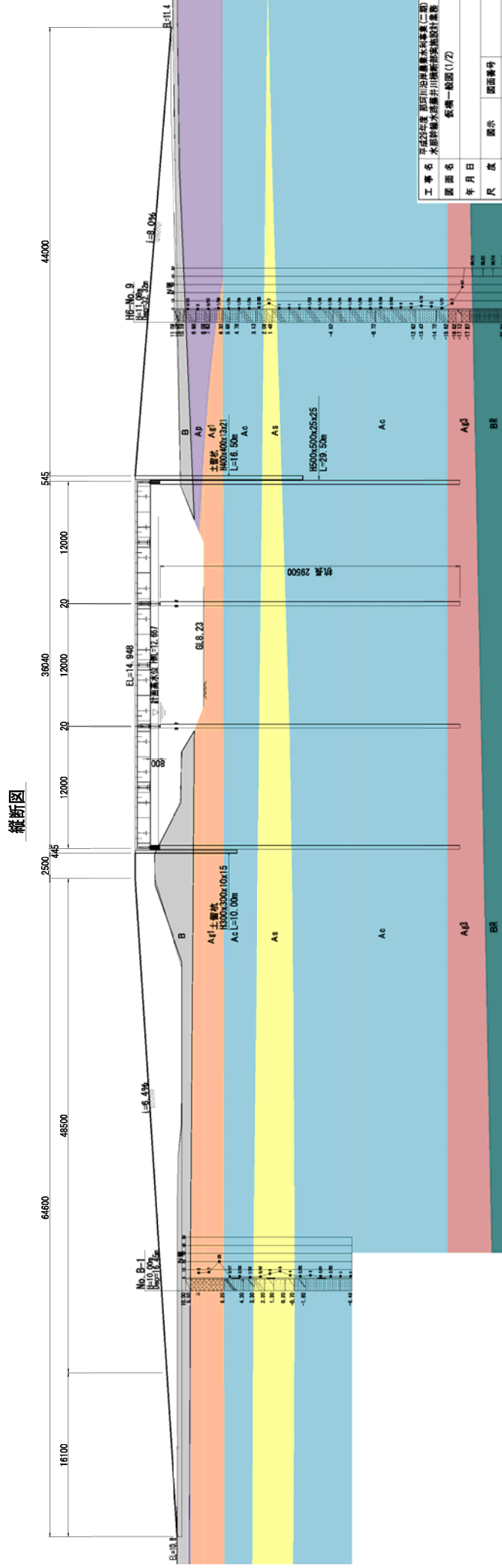
藤井川横断は、河川軸直角方向とする。



3. 検討テーマ1（仮設進入路）

3-5. 河川横断部の地質想定図の整理

<参考資料 P3>

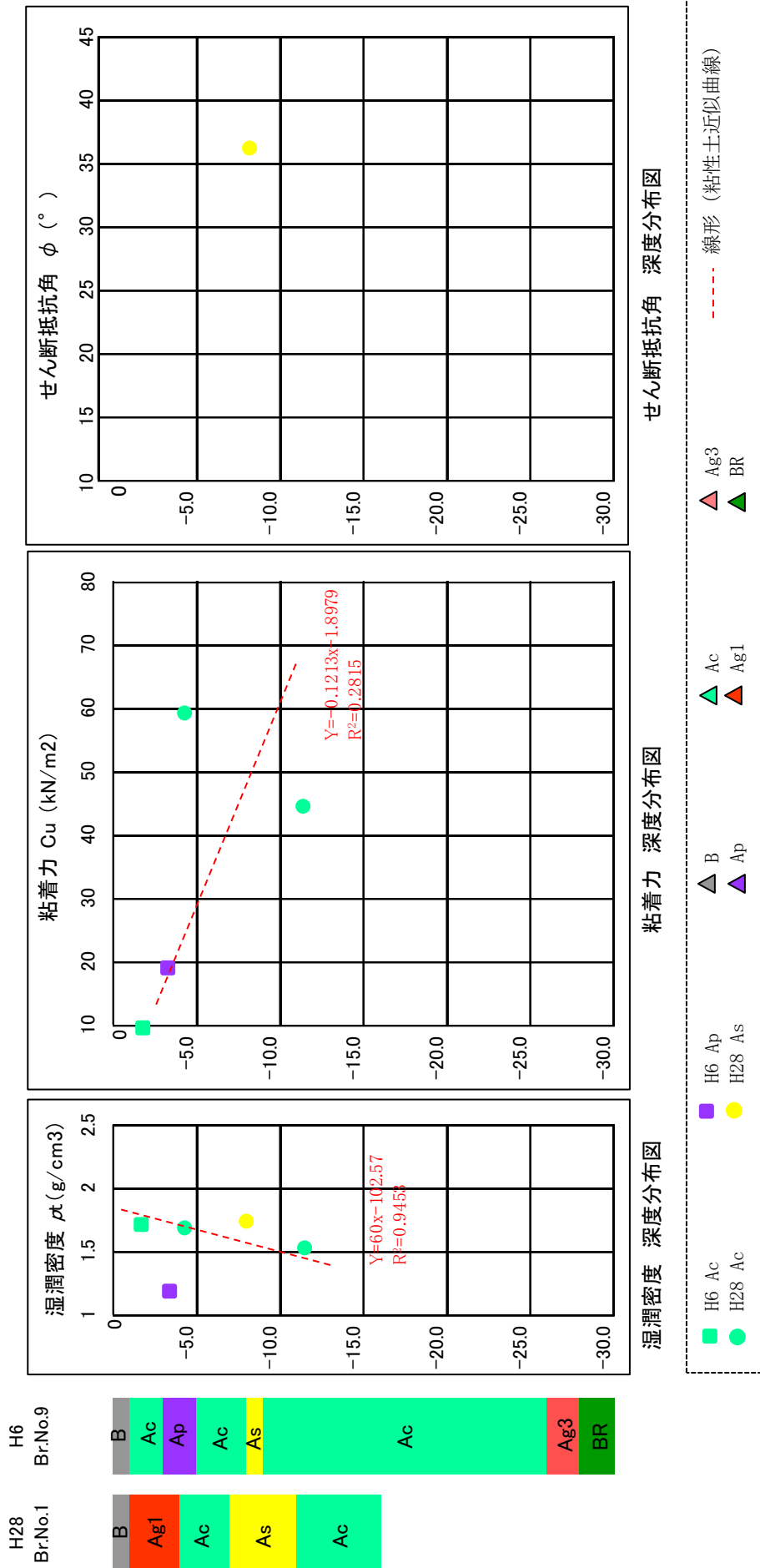


3. 検討テーマ1（仮設進入路）

3-6. 土質定数の評価

H6及びH28の室内試験で得られた全ての試験結果を縦軸に深度、横軸に強度としてグラフにプロットして深度分布を各物性値ごとに整理した。

- ・ 湿潤密度は、H6時点データ（Ac上部●、Ap●、Ac中部●、As●、Ac下部●）と大きく差異はなく、ほぼ整合した結果を示した。
- ・ 粘着力、せん断抵抗角は、結果としてバラツキが大きい値を示した。



3. 検討テーママ1（仮設進入路）

3-6. 土質定数の評価

土質定数の設定に使用する試験値にバラツキが認められたため、試験データを整理し、統計処理法を適用した。

1) 統計処理法について

- ① 平均値：バラツキの範囲が小さい場合に簡便で有効な方法である
- ② 最小値：安全側過ぎる可能性がある（過大設計）
- ③ 標準偏差による統計処理：バラツキを考慮した設定となる

本件では、①法または③法を採用することとし、③法の統計処理方法は下式（土質データのバラツキと設計（公社）地質工学会）を適用した。

$$\text{設定値} = \text{平均値} - (\text{標準偏差} (\sigma_n) / 2)$$

2) 変形係数

設定方法は、設計N値を用いて、「柔構造掘門設計P79」に示される下式より算定する。

$$E = 700N \text{ (kN/m}^2\text{)} \div 0.7N \text{ (MN/m}^2\text{)}$$

各層の設計N値設定結果

地質時代	地層名	地層記号	実測N値の分布状況				設計N値
			最小値	最大値	平均値	統計処理：式-5.1.1 標準偏差 (σn) 平均値 ÷ (σn/2)	
第3紀中新世	表土層	B	2	5	3.0	1.14	2.4
	腐植土層	Ap	0	3	1.7	0.86	1.2
第四紀	第1砂礫層	Ag1	6	20	9.8	5.15	7.2
	粘性土層	Ac	1	6	2.6	1.54	1.8
第四紀	砂質土層	As	2	8	4.8	2.11	3.8
	第2砂礫層	Ag2	13	20	16.3	2.78	14.9
第四紀	第3砂礫層	Ag3	7	27	17.0	10.00	12.0
	腐植土層	Lm	2	6	4.0	0.85	3.6
第四紀	段丘礫層	Tg	13	50	38.8	11.42	33.1
	基盤岩層	BR	50 (71)	50 (125)	50.0 (96.0)	0.00 (19.66)	50.0 (86.2)

【備考】 N値の上限は50とした。
余剰の項を繰越処理して設定した。
基盤岩層 (BR) は換算N値より設定した。

単位体積重量設定結果

地質時代	地層名	地層記号	主 要 土 質	設計N値	換算密度試験結果 γ _{sat} (kN/m ³)	【文獻値】		単位体積重量 γ _{sat} (kN/m ³)
						土質区分	式-5.1.3 単位体積重量 (kN/m ³)	
第3紀中新世	表土層	B	腐土・腐土 (粘性土)	2	-	自然地表 粘性土	14~18 (換い値:14)	14.0
	腐植土層	Ap	シルト質粘土 腐植土	1	-	自然地表 腐植土	14~18 (換い値:14)	14.0
第四紀	第1砂礫層	Ag1	シルト質細砂 腐植土	7	-	自然地表 腐植土	18~20 (換い値:18)	18.0
	粘性土層	Ac	腐植質シルト シルト質シルト	2	14.3~16.7 統計換算値:14.6	自然地表 粘性土	14~18 (換い値:14)	14.5
第四紀	砂質土層	As	シルト質細砂・細砂 シルト質粗砂・粗砂	4	17.1	自然地表 粘性土	14~18 (換い値:14)	17.0
	第2砂礫層	Ag2	砂礫	15	-	自然地表 腐植土	18~20 (換い値:19)	18.0
第四紀	第3砂礫層	Ag3	砂礫	12	-	自然地表 腐植土	18~20 (換い値:19)	18.0
	腐植土層	Lm	腐植土	4	-	自然地表 粘性土	14~18 (換い値:14)	14.0
第四紀	段丘礫層	Tg	粘土質砂礫	33	-	自然地表 腐植土	18~20 (換い値:20)	20.0
	基盤岩層	BR	泥岩	86	-	(4)による設定値:19.0	-	19.0

備考：地下水位は深はγ_{water} (kN/m³) とする。

各層のせん断強度設定結果

地質時代	地層名	地層記号	設計N値	三軸圧縮試験結果		設計N値による算定値	設定値
				粘着力 C _u ・C _d (kN/m ²)	せん断抵抗角 φ _u ・φ _d (°)	粘着力 C (kN/m ²) 式-5.1.2	せん断抵抗角 φ (°) 式-5.1.3
第3紀中新世	表土層	B	2	-	-	12.5	-
	腐植土層	Ap	1	-	-	6.3	-
第四紀	第1砂礫層	Ag1	7	-	-	-	26.8
	粘性土層	Ac	2	47.0 (統計換算値)	0 (換い値:36)	12.5	-
第四紀	砂質土層	As	4	-	-	-	23.9
	第2砂礫層	Ag2	15	-	-	-	32.3
第四紀	第3砂礫層	Ag3	12	-	-	-	30.6
	腐植土層	Lm	4	-	-	25.0	-
第四紀	段丘礫層	Tg	33	-	-	-	40.7
	基盤岩層	BR	86	-	-	(8)による設定値: C=240kN/m ² φ=20°	240.0

備考：粘着力の値または粘着力の値を繰越処理して設定した。

3. 検討テーマ1（仮設進入路）

3-6. 土質定数の評価

3) 統計処理結果

統計処理によって得られた土質定数一覧表を下に示す。

土質定数一覧表

地質時代	地層名	地層記号	設計N値	単位体積重量 γ_t (kN/m ³)	粘着力 C (kN/m ²)	せん断抵抗角 ϕ (°)	変形係数 E (MN/m ²)	透水係数 k (m/sec)
第四紀	現世	表土層	B	14.0	12.5	0	1.4	—
	完新世	沖積層	腐植土部	14.0	6.0	0	0.7	—
			第1砂礫部	18.0	0.0	27	4.9	—
			粘性土部	14.5	47.0	0	1.4	2.29E-04
		礫質土部	As	17.0	0.0	36	2.8	1.16E-03
			第2砂礫部	19.0	0.0	32	10.5	—
			第3礫質土部	19.0	0.0	31	8.4	—
	更新世	関東ローム層	Lm	14.0	25.0	0	2.8	—
		段丘礫層	Tg	20.0	0.0	41	23.1	—
新第三紀中新世	基盤岩層	BR	86	19.0	240.0	20	57.0	—
【備考】 単位体積重量は地下水位以下では γ_t-9 とする。 変形係数の補正係数は $\alpha=4$ となる。								

3. 検討テーマ1（仮設進入路）

3-7. 設計

1) 重機の選定

重機の選定は、「道路土工仮設構造物指針」に準拠する。

H型綱引抜き時の荷重を最大とし、バイブローハンマー90KW級を使用するものとする。

・吊上げ荷重：バイブロー自重＋杭自重＋起振力 $1/4$ $6.6 + 8.9 + 67.7 \times 1/4 = 32.5t$

径間長タイプの比較検討を行った結果、阻害率及び経済性からタイプ2（12.0m径間長×3径間）を採用する。

仮橋タイプ比較表

工種	タイプ1 6.0m径間長×6径間	タイプ2 12.0m径間長×3径間	タイプ3 18.0m径間長×2径間
概要図			
鋼材	- 主桁：H800×300 - 受桁：H700×300	- 主桁：PG-I B型 1284 - 受桁：H900×300	- 主桁：PG-III型 1130 - 受桁：H912×302
工期	- クロークレーン：100t級 - 設置工：2.2ヶ月 - 撤去工：1.0ヶ月	- クロークレーン：200t級 - 設置工：1.6ヶ月 - 撤去工：0.8ヶ月	- クロークレーン：300t級 - 設置工：1.5ヶ月 - 撤去工：0.8ヶ月
阻害率(%)	7.9 > 5.0	3.8 < 5.0	5.9 > 5.0
経済性	96,688 千円（上部、下部）	74,517 千円（上部、下部）	97,644 千円（上部、下部）
評価	経済性で不利ある。	経済性で優位である。	経済性で不利である。

バイブローハンマー仕様

型式	単位	VMZ-3000E II	GMZ-1F43	VMZ-1000E
メーカー		トーマック	トーマック	トーマック
モーター出力	KW	90	90	120
振動数	rpm	1100	1100	980
起振力	t	87.7	54.2	40.6
全重量	kg	5550	5550	7000
搬送重量(吊り時含む)	kg	6600	6600	8400
a	mm	7143	7170	9300
b	mm	2412	2454	2715
c	mm	1220	1180	1200
d	mm	730	775	835
e	mm	1523	1523	1720
f	mm	250	250	250
g	mm	1176	1071	1130
h	mm	727	622	653
本体寸法		38	50	50

クローラクレーンの作業半径と吊り能力

規格 (ton)	作業半径 (m)	吊り能力 (ton)	備考
100	12	36.5	
200	20	35.2	採用
300	24	31.5	

3. 検討テーマ1（仮設進入路）

3-7. 設計

2) 上部工設計

(1) 積載荷重

・ 200tクローラレーン車両重量：W=2050.0 kN

・ 吊り荷重：T=340.0 kN

シュレーに作用する荷重W1=440.09 kN/m²（斜方吊）

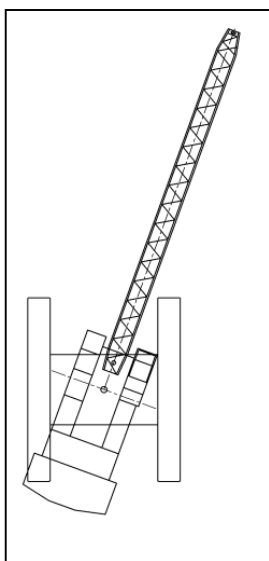
(2) 主桁の計算結果

使用部材：H1273×350×10×29 (M6B+M6B)

・ 最大曲げモーメント：Mmax = 3770.87 kN・m（斜方吊）

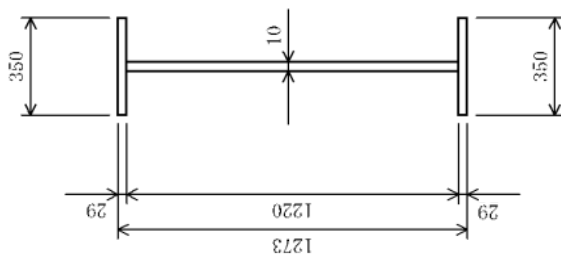
・ 最大せん断力：Smax = 1309.76 kN（斜方吊）

判定結果は以下の通り。



クローラレーン（斜方吊）

名称	応力度		許容応力度	判定
曲げ引張応力度 σ_b (N/mm ²)	291	≦	315	OK
せん断応力度 τ (N/mm ²)	107	≦	180	OK
たわみ δ_{max} (m)	0.024	≦	0.025	OK



中間部断面

3. 検討テーマ1（仮設進入路）

3-7. 設計

3) 下部工設計

下部工は、「土木（道示・首公・仮設指針）」に準拠する。

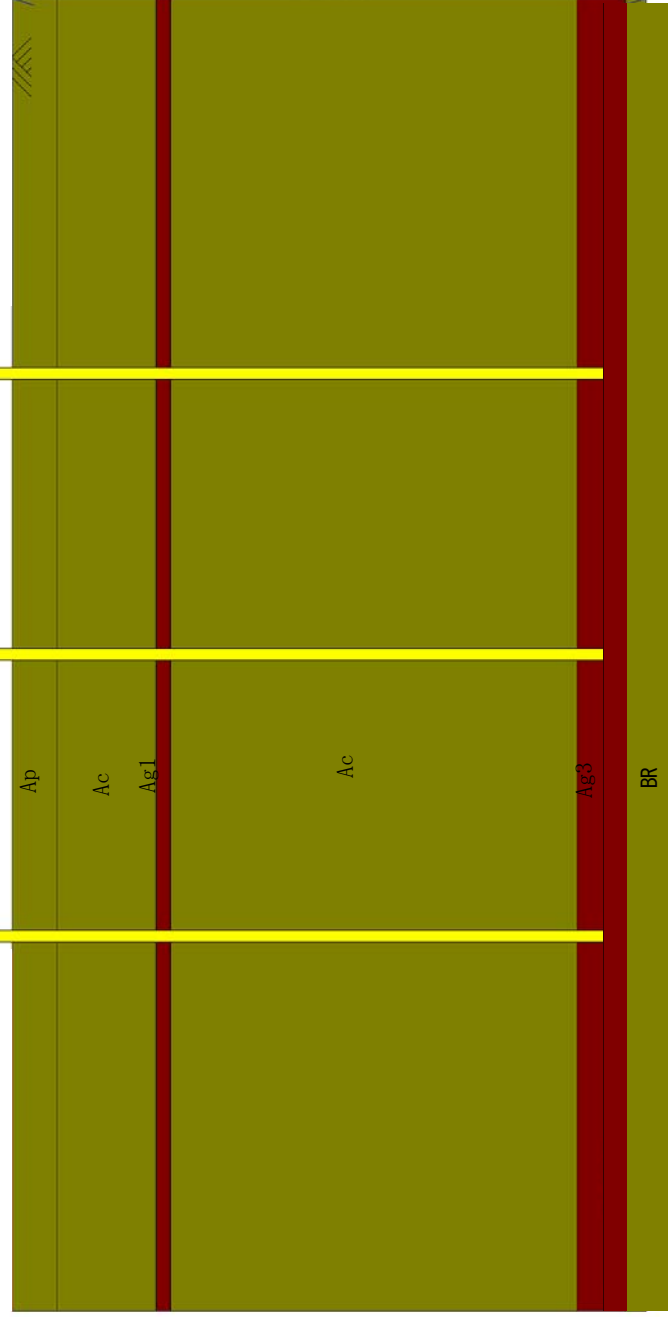
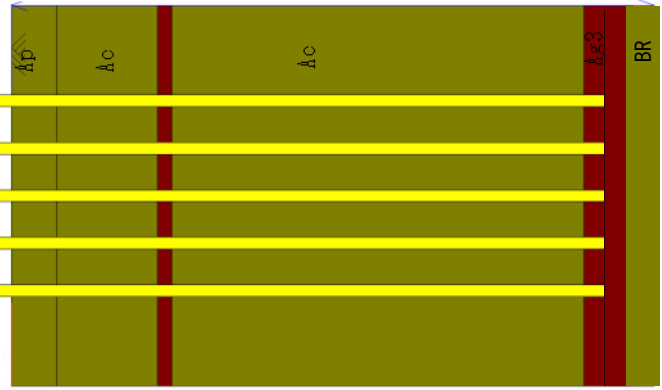
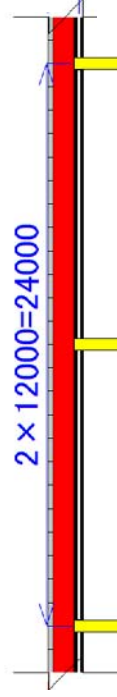
径間長12.0m×3径間、幅員8.0m

使用部材

- ・ 使用部材：H-500×500×25×25
- ・ 根入れ長：27.0m（杭長：29.5m）

$4 \times 2000 = 8000$
 $4 \times 2000 = 8000$

$2 \times 12000 = 24000$



3. 検討テーマ1（仮設進入路）

3-7. 設計

4) 支柱杭計算

(1) 支柱杭の作用力

- ・ 軸力 : 2068.302 (kN)
- ・ 水平力 : 358.500 (kN)

(2) 水平力による曲げモーメント

- ・ 支柱杭1本に作用する水平力 : 71.700 (kN)
- ・ 最大曲げモーメント : $M = 362.900 \text{ (kN} \cdot \text{m)}$

(3) 支柱杭の座掘計算

- ・ $\sigma_c / \sigma_{caz} + \sigma_{bcz} / \{ \sigma_{bao} \times (1 - \sigma_c / \sigma_{caz}) \} = 0.699 \leq 1.000 \quad \dots \cdot 0K$
- ・ $\sigma_c + \sigma_{bcz} / (1 - \sigma_c / \sigma_{caz}) = 128.006 \leq 210.000 \quad \dots \cdot 0K$

(4) 支柱杭の支持力

支柱杭に作用する最大軸力

- ・ $N_{max} = 2068.302 \leq 2233.750 \text{ (kN)} \quad \dots \cdot 0K$

5) 阻害率の確認

河川内にH形鋼材（H-500）を打設することから、河積に対する阻害の確認を行う。

通水断面（河積）

113.3 m²

阻害面積

4.3 m²

阻害率

3.8% $\leq$ 5% $\dots \cdot 0K$

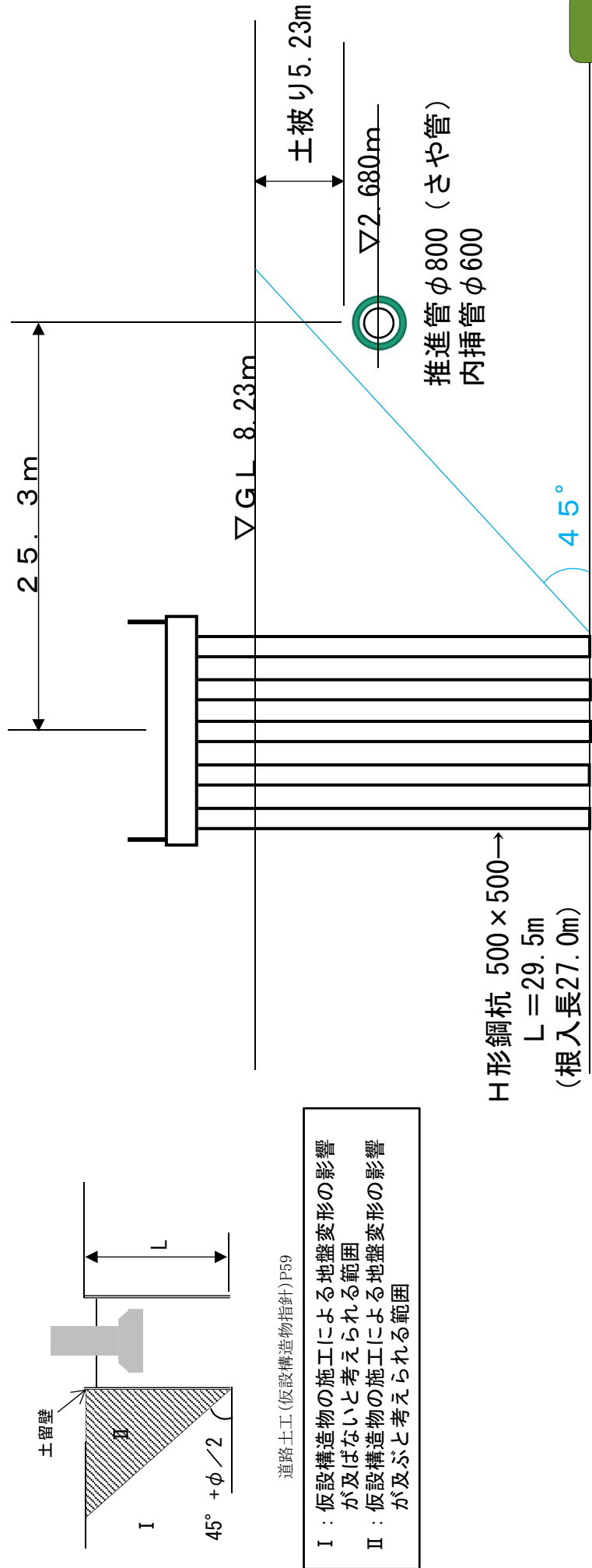
3. 検討テーマ1（仮設進入路）

3-7. 設計

6) 推進管との隔離

仮橋杭引抜き時の影響が推進管へ及ばないよう、隔離を確保する。
 影響範囲の予測は、「道路土工（仮設構造物指針）」に準拠し以下の式で求める。

$$\cdot 45^\circ + \phi/2$$
 なお、本地層は粘性土であることを考慮し、杭先端から 45° （ $\phi=0$ ）の影響線とする。
 よって、推進管と仮橋中心との隔離は、下図のとおり25.3mとする。

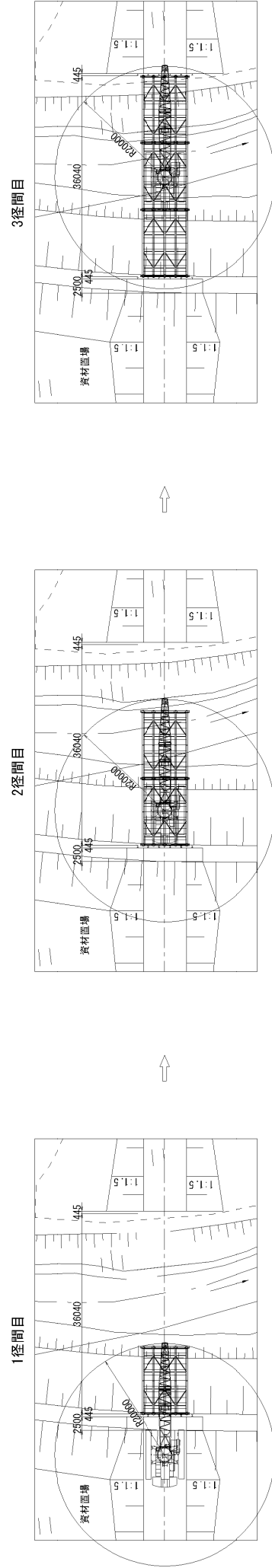


3. 検討テーマ1（仮設進入路）

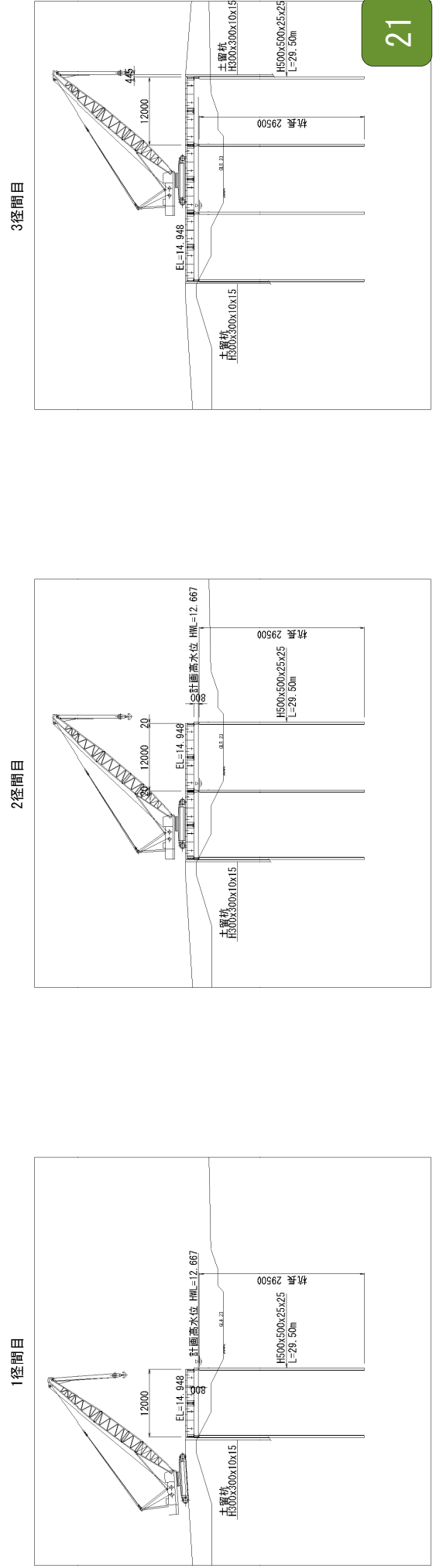
3-8. 施工計画

仮橋の施工は、1径間毎で、杭打設→上部工設置の繰り返し作業とする。

平面図



断面図



4. 検討テーマ2（斜面工）

4-1. 斜面部の仮設線形



<https://www.google.co.jp/>

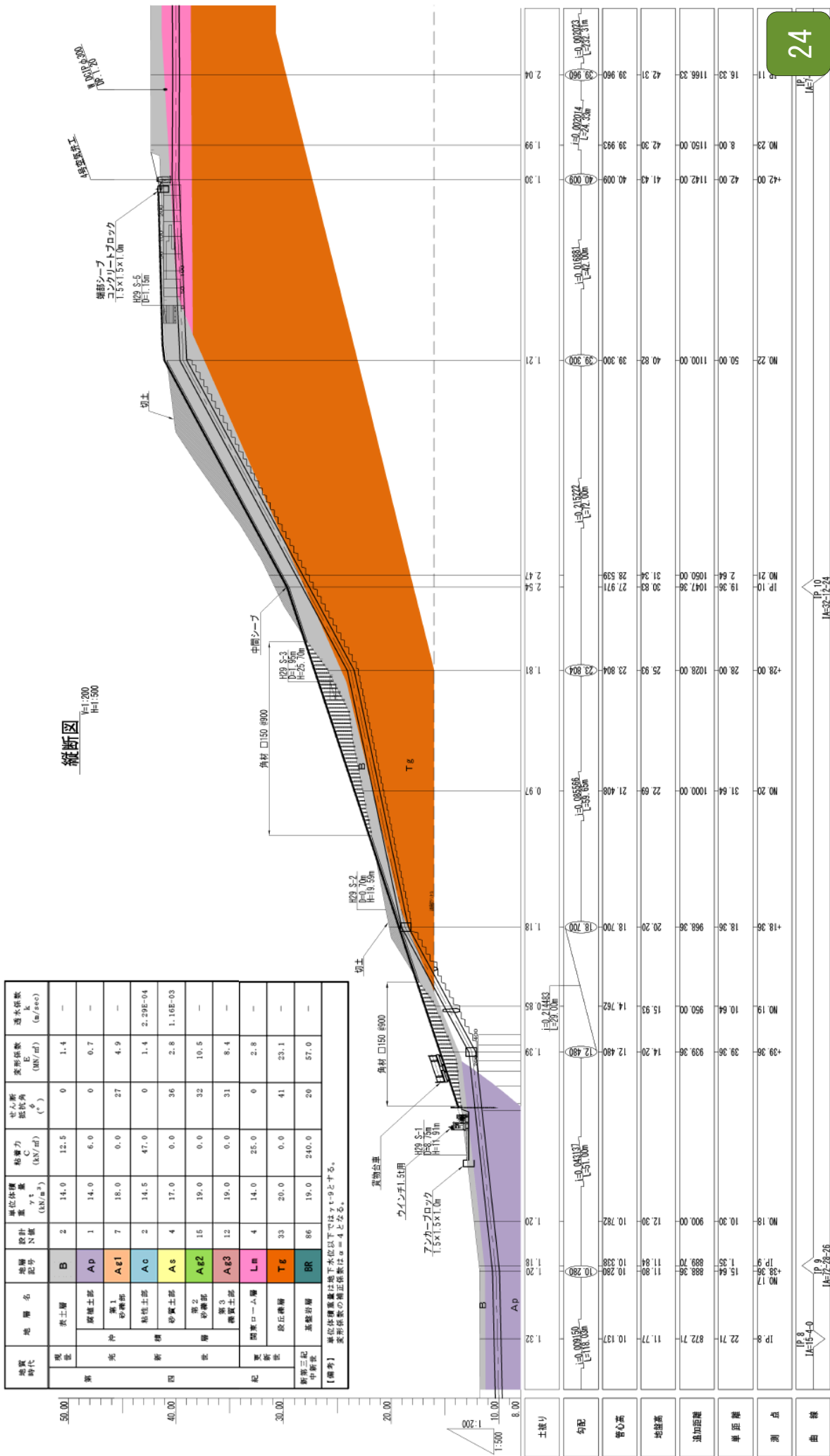
4. 検討テーマ2（斜面工）

4-2. 周辺状況写真



4. 検討テーマ2 (斜面工)

4-3. 地質想定図の整理



4. 検討テーマ2（斜面工）

4-4. 地形、地質

- 地質および地下水位については以下のとおりである。

地域	地質	地下水
低平地	表層 B、腐食土層 Ap（N値1）	H6Br. No. 6でGL. -0.2、EL. 10.9m
段 丘		H6Br. No. 10でGL. -9.7、EL. 31.0m
下段斜面	表層 B、基盤岩層 BR（N値50以上）	—
中段斜面	表層 B、段丘礫層 Tg（N値33）	—
上段斜面	表層 B、ローム層 Lm（N値4）	—

地下水は、基盤岩層に沿って湧水が流出していると想定される。

- 現地盤の傾斜角は、 $1.4^{\circ} \sim 14.3^{\circ}$ である。

4. 検討テーマ2（斜面工）

4-5. 斜面工の工法比較

斜面部の施工について、8ケースの施工方法を検討し、森林の伐採範囲、経済性および施工性から比較検討を行った。検討の結果、軌道（インクライン4t級巻き上げウインチ）による施工が最適となった。

〈参考資料 P18～P19〉

斜面工の工法比較概要表

項目	施工方法							
	ケース1 バックホウ 0.60m3	ケース2 タワークレーン 180t	ケース3 タワークレーン 900t	ケース4 モノレール	ケース5 超ロングアーム BH0.35m3級	ケース6 クローラークレーン 80t級	ケース7 索道（ケーブル クレーン3t級）	ケース8 軌道（インクライン 4t級巻き上げウインチ）
伐採範囲	森林面積 5,730m ²	2,564m ²	2,074m ²	4,029m ²	3,906m ²	2,565m ²	1,131m ²	1,740m ²
	評価 広い	4位 狭い	3位 狭い	7位 やや広い	6位 やや広い	5位 狭い	1位 狭い	2位 狭い
経済性	概算工事費 71,963千円	164,676千円	268,336千円	104,594千円	63,890千円	100,682千円	81,505千円	62,988千円
	及び補償費 13,577千円	6,820千円	5,775千円	9,952千円	9,695千円	6,820千円	3,770千円	5,008千円
施工性	合計額 85,540千円	171,496千円	274,111千円	114,546千円	73,585千円	107,502千円	85,275千円	67,996千円
	評価 4位	7位	8位	6位	2位	5位	3位	1位
施工性		仮設工が大がかりとなる。	仮設工が大がかりとなる。			重機運搬・組み立て、解体等の作業に工期を要する。	作業性にやや劣る。	作業性も良い。
総合評価	△	×	×	×	△	△	△	○

4. 検討テーマ2 (斜面工)

4-6. 設計

インクラインの設計は、「ダム・堰施設技術基準 (案)」に準拠するものとする。

1) 設計条件

- ・ 台車自重 : $W1 = 3.9 \text{ kN}$ (200kg×2台車)
- ・ 最大積載荷重 : $W2 = 7.8 \text{ kN}$ (800kg・6m/本 ダクタイル鉄管φ600mm)
- ・ 勾配×斜長 : $\theta = 11^\circ$ (7.5° ~ 14.2°) × 220m
- ・ ワイヤロープ仕様 IWRC6×P・WS(36) φ12mm B種
単位重量 : 69.6N/m

2) 静荷重W (ワイヤロープ掛け数は1本掛け)

$$\begin{aligned}
 W &= (W1+W2) / \text{ロープ掛数} \times (\sin\theta + \alpha \times \cos\theta) + \text{ワイヤー重量} \times (\sin\theta + \beta \times \cos\theta) \\
 &= (3.9+7.8) / 1 \times (\sin 11 + 1/60 \times \cos 11) + 0.0696 \times 220 \times (\sin 11 + 1/10 \times \cos 11) \\
 &= 8.57
 \end{aligned}$$

3) ワイヤロープの計算

ワイヤロープの安全率 . . . 6倍以上

ワイヤロープ径φ12mm、B種の破断荷重 97.2 kN (メーカー値)

$$S = 97.2 / 8.57 = 11.3 > 6 \quad \dots \quad \text{OK}$$

4) 巻上機出力の選定

シージ効率 $\eta = 0.96$

巻上機に作用する力 $WA = 8.57 \times 1 = 8.57 \text{ kN}$

巻上機速度 $V = 30 \times 1 = 30 \text{ m/min}$

動荷重 $F = WA / \eta = 8.57 / 0.96 = 8.93 \text{ kN}$

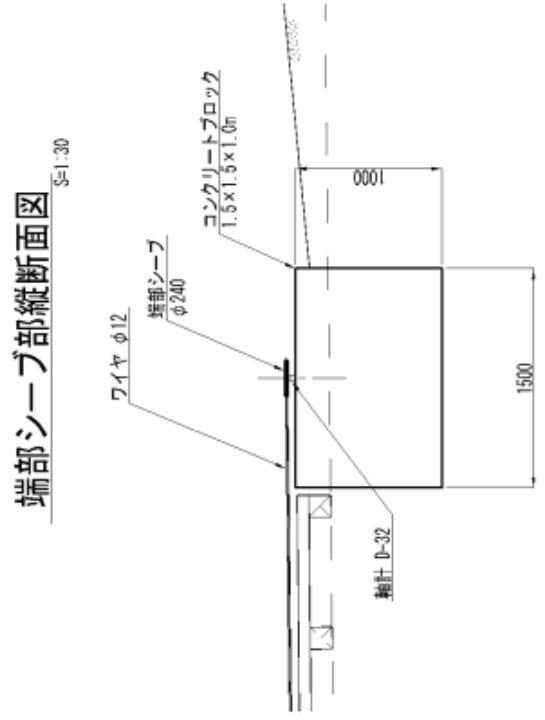
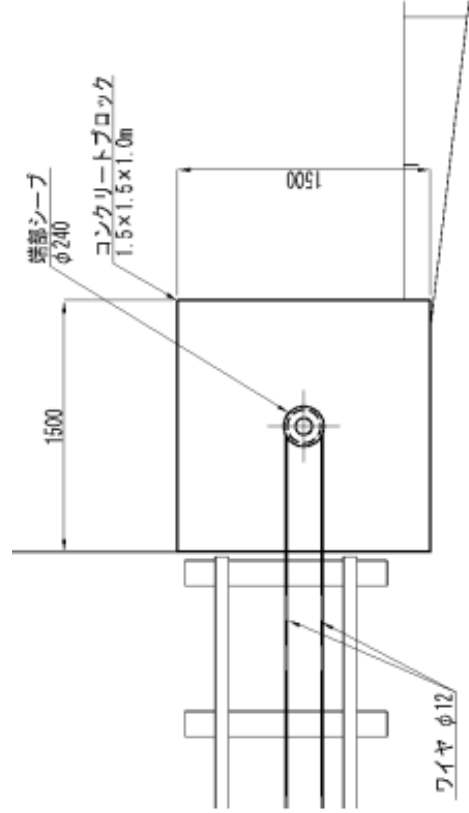
巻上装置効率 $\eta = 0.85$

電動機出力 $kW = F \times V / (60 \cdot \eta) = 8.93 \times 30 / (60 \times 0.85) = 5.3 \text{ kW} < 5.5 \text{ kW}$

4. 検討テーマ2 (斜面工)

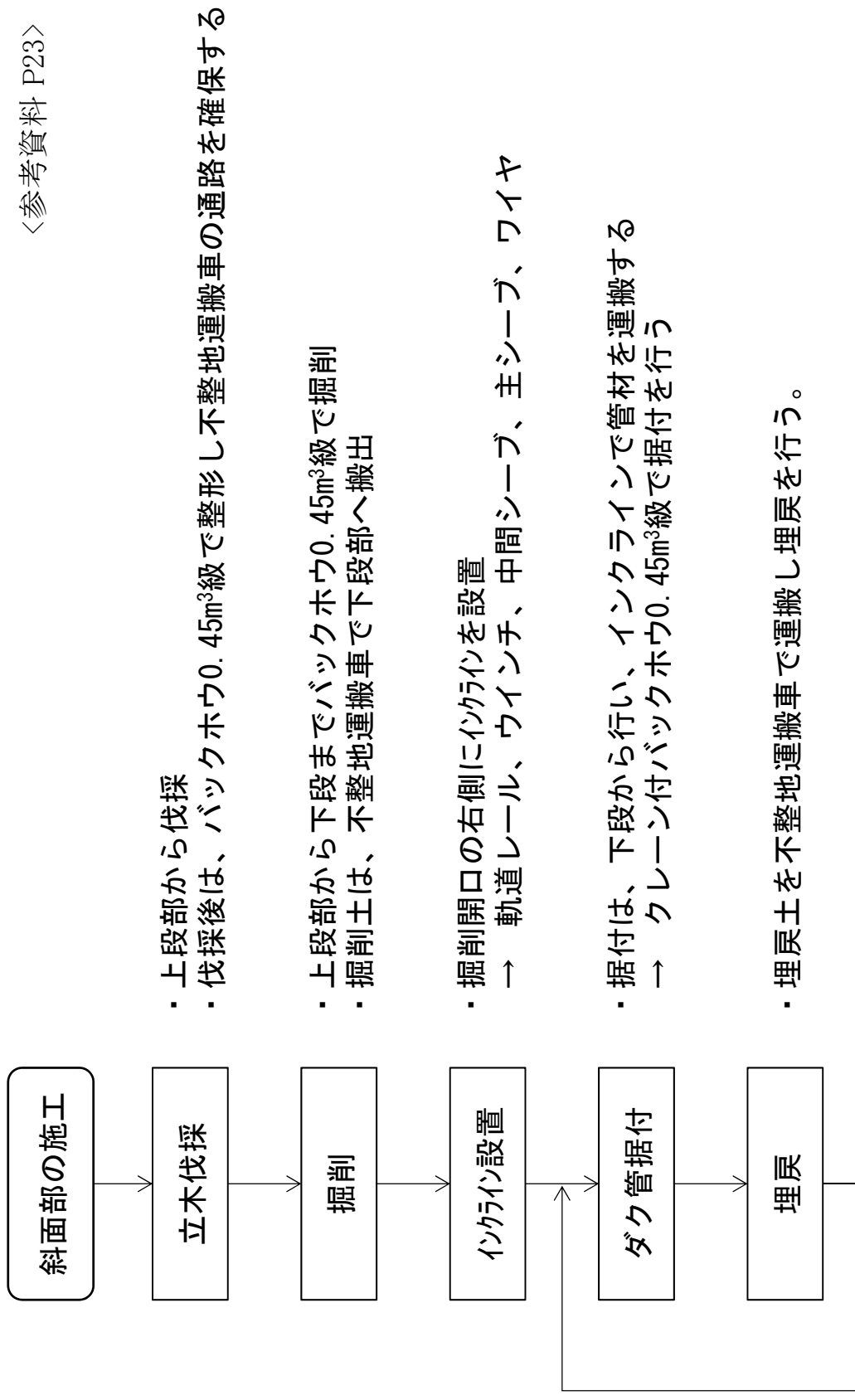
4-6. 設計

- 5) シーブ径の選定
ロープ径の20倍
 - ・ シーブ径 $D = 12 \times 20 = 240\text{mm}$
- 6) シーブアンカーブロックの計算
作用水平力 $W = 10.0 \text{ kN}$ (巻上機より)
 - ・ コンクリートアンカー規模: $1.5\text{m} \times 1.5\text{m} \times 1.0\text{m}$
 - コンクリート自重: 51.7 kN
 - コンクリートと地盤との摩擦係数: 0.6
 - 抵抗力 $RH: 51.7 \times 0.6 = 31.0 \text{ kN}$
 - 安全率 $F = 31.0/10 = 3.1 > 1.5 \quad \therefore \text{OK}$



4. 検討テーマ2 (斜面工)

4-7. 施工計画



5. 課題と対応の整理

5-1. 検討テーマ1 (仮設進入路)

河川に架設する仮設進入路について、基礎杭の施工による河川堤体や推進管への影響を踏まえた仮設計画の検討に係る課題と留意点を整理する。

課題：左岸へ進入するため仮設進入路が必要
 → 河川工作物許可基準のもと、経済性・施工性を踏まえた河川横断工の検討が必要

1. 主な許可基準

- (1) 阻害率
河積阻害率は5%以内
(河川構造令・同解説 第62条 (橋脚))
- (2) 出水期 (6/1~10/31)の仮橋存置可 (阻害率を満足する必要)
- (3) H鋼杭の堤体内打設可 (H鋼杭引き抜き後の対策が必要)

2. 経済性

仮橋工法と仮水路工法の2工法を検討

3. 施工性

- ① 工事期間を踏まえ、出水期でも存置可能な仮設計画を検討
- ② H鋼杭打設に伴う推進管への影響を検討
- ③ H鋼杭打設に伴う堤体への影響を検討

対応：出水期も通行可能とする仮橋計画を策定

1. 経済性

仮橋工法を採用
 仮橋方式 1.0 < 仮水路方式 1.1

2. 施工性

仮橋工法を採用

- ① 阻害率及び仮設存置 (出水期) の条件を満足する計画を採用した
- ② H鋼杭と推進管との離隔長を確保した
- ③ H鋼杭引き抜き後は、セメントミルクを注入することとした

3. 許可基準のチェック

- (1) 阻害率
3.8% ≤ 5% ... ok
- (2) 出水期 (6/1~10/31)の仮橋存置
工程計画から存置する ... ok
- (3) H鋼杭の堤体内打設
仮橋の径間割から堤体内打設あり ... ok

5. 課題と対応の整理

5-2. 検討テーマ2 (斜面工)

山林部での斜面配管の施工に関し、用地に制約がある中で、斜面部へ資材を搬入するための工法の検討に係る課題と留意点を整理する。

課題：用地制約があり、管材を運搬するための
仮設道路が設けられない
→ 経済性・施工性を踏まえた斜面運搬路の検討が必要

1. 用地制約

- ① 路線の中心線は用地境界に寄せること
- ② 立木伐採の範囲は最小限にすること
(借地範囲は8 m程度)

2. 経済性

施工可能な工法を比較検討

3. 施工性

下段から上段に進む、打って返しの作業性を考慮

対応：8ケースの施工方法を検討し、インクライン計画を策定

1. 経済性

インクラインを採用

→ 1位	インクライン	1.00
2位	超ロングアームBH	1.08
3位	索道	1.25

2. 施工性

インクラインを採用

→ 下段から上段に進む、打って返しの作業手順において、段取り替え等もなく単独で管材の運搬が可能

3. 用地制約のチェック

- ① 路線の中心線は用地境界に寄せること
→ 公図と照合、用地境界立会で確定 … ok
- ② 立木伐採の範囲は最小限にすること
(借地範囲は8 m程度)
→ インクライン計画の作業幅
7.7 m < 8.0 m … ok