2.　那珂川沿岸地区

2.1　設計概要

２．１　設計概要

・水路名：水那幹線水路（成沢吐水槽～戸崎調圧水槽 全長約 13 km）
　　の中間部（藤井川横断部）

・ パイプライン形式：セミクローズドタイプ

・ 設計延長：2,246m

・ 設計流量：0.511m3/s （8 月第 3 半旬）

・ 管種管径：DCIP φ600

・ 付 帯 工：制水弁 2 箇所、空気弁工 9 箇所、排泥工 3 箇所

2.2　現地調査

２．２　現地調査

（１）　調査実施日

平成２９年１１月２９日

（２）　調査箇所　　水那幹線水路藤井川横断部

茨城県　水戸市　藤井町

（３）　調査内容

１）　全般

・近接している市道の交通量は少ない。

・進入路入り口付近は鋭角で、隣家がある。

２）　調査箇所①　作業場所への進入路（写真１）

（写真１：進入路）

・進入路として使用するためには、借地・道路の拡幅が必要となる。

３）　調査箇所②　藤井川横断部（写真２）

（写真２：藤井川横断部）

・左岸側には堤防が無く、桟橋高までかなりの土量ですりつけが必要となる。

４）　調査箇所②　斜面部（写真３）

（写真２：斜面部）

・部分的に湧水があり、土質も軟弱地盤である。

・最大１４度程度の斜面での施工になる。

.

2.3　河川内の仮設計画の検討に係る課題と留意点の整理

２．３　河川内の仮設計画の検討に係る課題と留意点の整理

（１）　概要

水那幹線水路は成沢吐水槽～戸崎調圧水槽を結ぶ全長約 13 kmの水路であり、この業務は斜面部と藤井川横断部が対象である。今回は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。

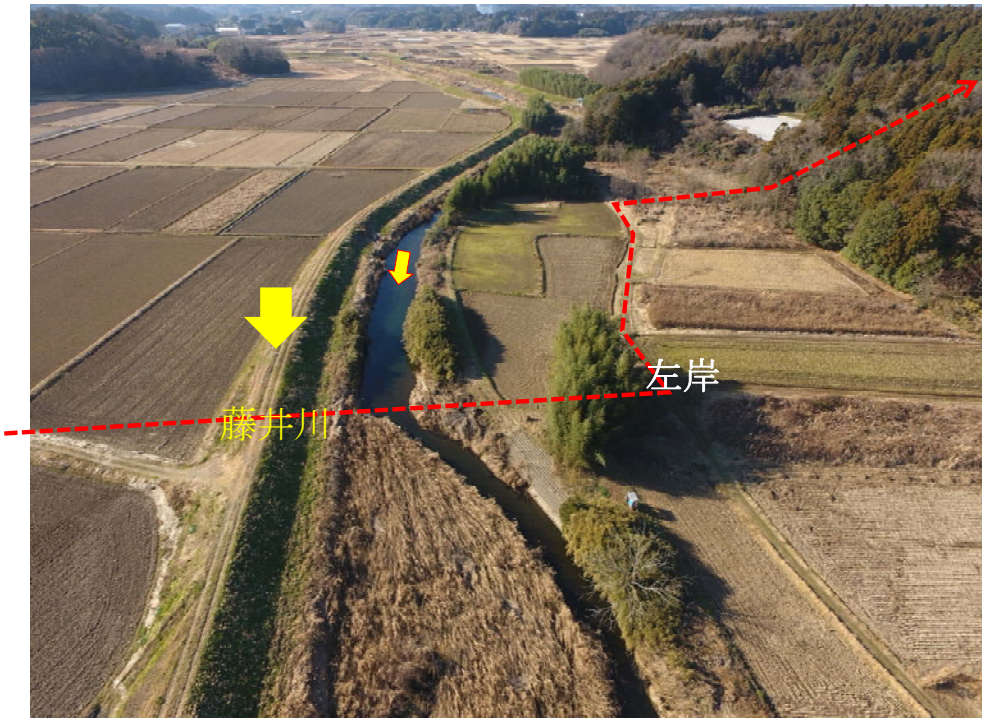


図 2-1. 藤井川横断部計画イメージ図

（２）　現場の諸条件

①河積に対する阻害率　５％以内

②河川横断部　推進工（さや管方式φ800mm）（到達立抗の仮設材含む）L=107m

③H型鋼の引抜き後　堤体内はセメントミルクで穴埋め

（３）　問題点

藤井川横断部は推進管の施工を計画しており、左岸部への資機材の運搬経路の確保が必要となる。藤井川左岸部への道路は狭く、急カーブもあり、大型車両が進入できない。

また、藤井川横断の仮設についても、出水期での施工が可能となる構造を計画する必要がある。

左岸側は無堤であるため、するつけにかなりの土量が必要となる。

（4）当初施工計画案

藤井川横断部は推進管での施工を計画しているため、左岸への到達立坑の資機材横断方法について、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。

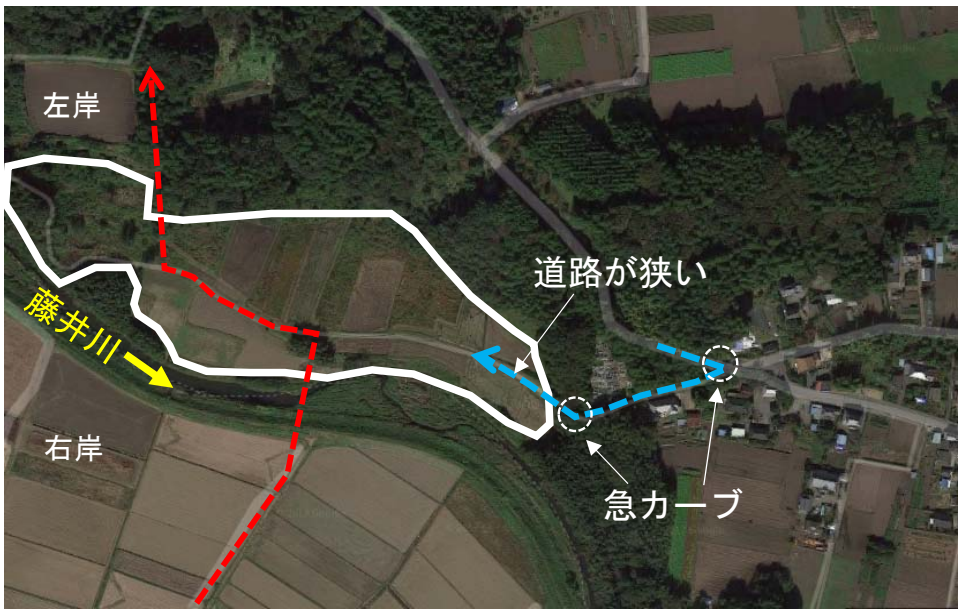


図 2-2. 藤井川左岸側周辺図

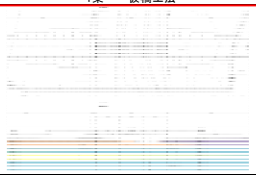
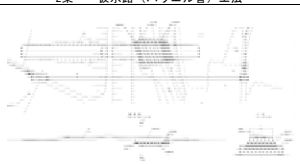
藤井川左岸への横断方法について、仮橋工法及び仮水路（ハウエル管）工法の２案について比較検討を行った。

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ため、仮橋工法を選定した。

経済性：仮橋方式１．０　＜　仮水路方式１．１

表 2-1. 藤井川横断仮設工比較検討表

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	
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、半線締切り（大型土のう）で土木シート敷設、ハウエル管、大型土のう、敷鉄板等の設置・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、排水ができないことが懸念される。周辺への影響を及ぼす恐れがあ	△
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。	×

また、藤井川河川横断部は河川軸直角方向とした（下図参照）。

図 2-3. 藤井川横断部仮設イメージ図

地質想定図は下図の通りであり、Ag3 を支持層として杭長を決定した。

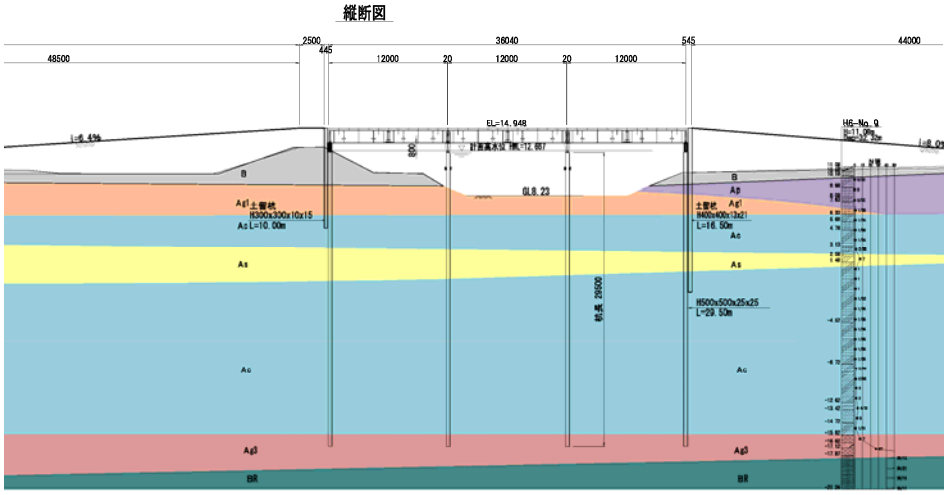
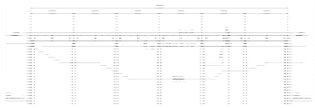
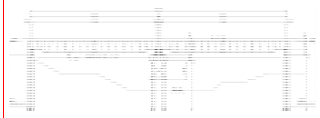


図 2-4. 河川横断部地質想定図

仮橋の形状は３案を検討し、阻害率、経済性の評価からタイプ２（12m径間長×３径間）を採用した。

表 2-2. 仮橋タイプ比較表

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	・クローラクレーン：100t級 ・設置工：2.2ヶ月 ・撤去工：1.0ヶ月	△	・クローラクレーン：200t級 ・設置工：1.6ヶ月 ・撤去工：0.8ヶ月	○	・クローラクレーン：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。	×

1）上部工設計

（1）積載荷重

・200t クローラクレーン車両重量：W=2050.0 kN

・吊り荷重：T=340.0 kN

シューに作用する荷重 W1=440.09 kN/㎡（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。

名称	応力度		許容応力度	判定
曲げ引張応力度 σb (N/mm2)	291	≦	315	OK
せん断応力度 τ (N/mm2)	107	≦	180	OK
たわみ δmax (m)	0.024	≦	0.025	OK

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) 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 (kN・m)

(3) 支柱杭の座掘計算

・σc/σcaz+σbcz/{σbao×(1−σc/σeaz)} =0.699≦1.000 ・・・OK

・σc+σbcz/(1−σc/σeaz) =128.006≦210.000・・・OK

(4) 支柱杭の支持力

支柱杭に作用する最大軸力

・Nmax = 2068.302 ≦ 2233.750 (kN) ・・・ OK

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 ㎡

阻害面積 4.3 ㎡

阻害率 3.8% ≦ 5%・・・OK

仮橋の施工位置は、仮橋杭引抜き時の影響が推進管へ及ばないよう、離隔(L=25.3m)を確保した。

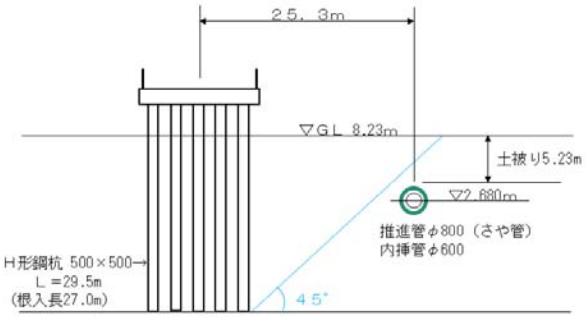


図 2-5. 仮設橋離隔図

施工性：

・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

・H鋼杭と推進管との離隔長を確保した

・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

基準許可の確認

・阻害率

　　３．８％　≦　５％　･･･　ｏｋ

・出水期（6/1～10/31）の仮橋存置

　　工程計画から存置する　･･･　ｏｋ

・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

当初の施工計画案に対し、現地調査委員会では下記の助言が得られた。

・左岸側の仮桟橋すりつけ部において、桟橋に影響のない土留め工法、盛土方法を検討してはどうか。

・土質調査結果のデータ数が少ないので、那珂川地区の他の工事の土質調査結果等を参照してはどうか。

・河積の阻害率を満足する範囲で仮設桟橋のスパン、材料を再検討してはどうか。

・Ｈ型鋼引抜き後の処理をセメントミルク以外のベントナイトや砂充填でも検討してはどうか。

また、今回の検討テーマ以外としては、下記の助言が得られた。

・発進の形状を施工性・安全性を考慮して見直してはどうか。

・改良により鋼矢板が抜けなくなった時の対応策を検討しておいた方が良いのではないか。

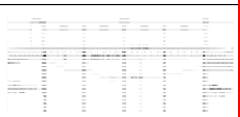
（５）変更施工計画案

頂いた助言を基に、仮橋の構造の見直しを行った。

１）仮設橋構造の検討

径間長別に比較検討を行い、阻害率及び経済性からタイプ２（9.0m×４径間）を採用した。

表 2-3. 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　9.0m径間長×4径間		タイプ３　12.0m径間長×3径間		タイプ４　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　1040 ・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	・クローラクレーン：100t級 ・設置工：2.2ヶ月 ・撤去工：1.0ヶ月	△	・クローラクレーン：100t級 ・設置工：1.9ヶ月 ・撤去工：0.9ヶ月	○	・クローラクレーン：150t級 ・設置工：1.6ヶ月 ・撤去工：0.8ヶ月	○	・クローラクレーン：200t級 ・設置工：1.5ヶ月 ・撤去工：0.8ヶ月	○
阻害率（%）	7.9 ＞ 5.0	×	3.9 ＜ 5.0	○	3.8 ＜ 5.0	○	5.9 ＞ 5.0	×
経済性（直工）	96,688 千円　（上部、下部）	×	70,419 千円　（上部、下部）	○	74,117 千円　（上部、下部）	△	97,644 千円　（上部、下部）	×
評価	経済性で3位	×	経済性で1位	○	経済性で2位	△	経済性で4位	×

変更の施工計画案に対し、合同委員会では下記の助言が得られた。

・部材もクレーンも小さくなり、いい検討結果になった。

２）仮設橋すり付部の検討

仮橋すりつけ部においては、土圧軽減のため軽量盛土（ＥＰＳ工法）採用した。

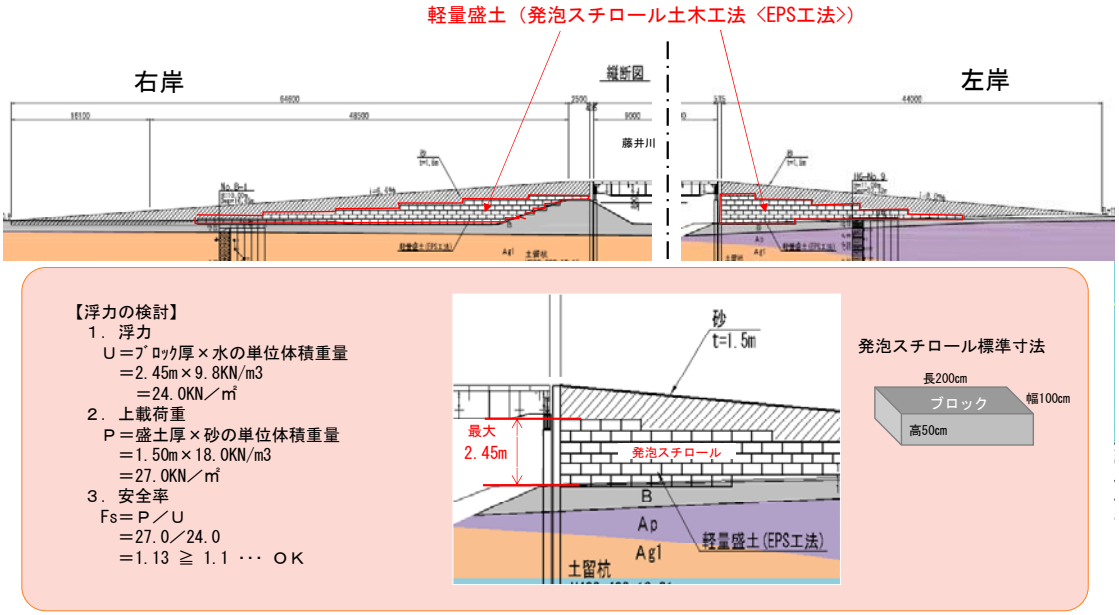


図 2-6. 仮設すり付部検討図

変更の施工計画案に対し、合同委員会では下記の助言が得られた。

・ＥＰＳの強度について施工時の荷重を考慮して照査することが必要

・長期間の紫外線で劣化する恐れがあるので外側の被覆の検討が必要。

・すりつけ部の砂について、仕様書に明記した方がいい。

2.4　斜面部へ資材を搬入工法の検討に係る課題と留意点の整理

２．４　斜面部への資材の搬入工法の検討に係る課題と留意点の整理

（１）　概要

水那幹線水路は成沢吐水槽～戸崎調圧水槽を結ぶ、全長約 13 kmの水路であるこの業務は斜面部と藤井川横断部が対象であり、今回は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。

図 2-7. 斜面部計画イメージ図

（２）　現場の諸条件

①計画路線は、用地境界に寄せること。

②立木の伐採は最小限にすること。

（３）　問題点

地権者との協議により、借地範囲は幅８ｍ程度で立木の伐採範囲も最小限に抑える必要がある。また、現地盤の斜面は 14°を超え、基盤岩層と表面付近から湧水が確認されている。

（4）　当初計画案

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）による施工が選定された。

表 2-4. 斜面工の工法比較表

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	5,730m2	2,564m2	2,074m2	4,029m2	3,906m2	2,565m2	1,131m2	1,740m2
	評価	8位 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	概算工事費及び補償費	71,963千円 13,577千円	164,676千円 6,820千円	268,336千円 5,775千円	104,594千円 9,952千円	63,890千円 9,695千円	100,682千円 6,820千円	81,505千円 3,770千円	62,988千円 5,008千円
	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		△	×	×	×	△	△	△	○

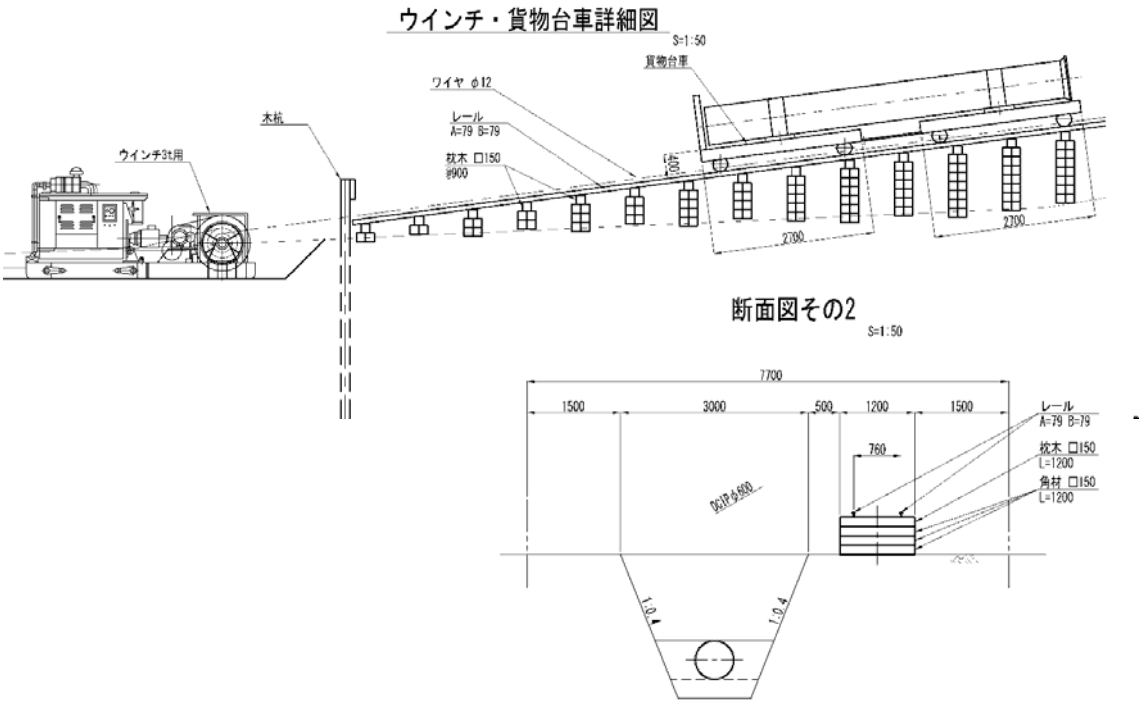


図 2-8. インクライン詳細図

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 kN　(200kg×2 台車)

・ 最大積載荷重　：W2 =　7.8 kN

(800kg・ 6m/本 ダクタイル鋳鉄管φ600mm)

・ 勾配×斜長　　：θ = 11°（7.5°～14.2°）× 220m

・ ワイヤーロープ仕様　IWRC6×P・WS(36)　φ12mm B 種

単位重量：69.6N/m

2) 静荷重 W（ワイヤーロープ掛け数は 1 本掛け）

W = (W1+W2)/ロープ掛数×(sinθ+α×cosθ)+ワイヤー重量

×(sinθ+β×cosθ)

= (3.9+7.8)/1×(sin11+1/60×cos11)+0.0696×220

×(sin11+1/10×cos11)

= 8.57

3) ワイヤーロープの計算

ワイヤーロープの安全率　・・・ 6 倍以上

ワイヤーロープ径φ12mm、B 種の破断荷重　97.2 kN　(メーカー値)

S = 97.2/8.57 = 11.3　＞ 6　・・・　OK

4) 巻上機出力の選定

シーブ効率　η = 0.96

巻上機に作用する力　WA= 8.57×1 = 8.57 kN

巻上機速度　V = 30×1 = 30m/min

動荷重　F = WA/η = 8.57/0.96 = 8.93 kN

巻上装置効率　η = 0.85

電動機出力　kW = F×V/(60・η = 8.93×30/(60×0.85 = 5.3 kW

＜ 5.5 kW

5) シーブ径の選定

ロープ径の 20 倍

・シーブ径　D =12×20 = 240mm

6) シーブアンカーブロックの計算

作用水平力　W = 10.0 kN　(巻上機より)

・コンクリートアンカー規模：1.5m×1.5m×1.0m

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：51.7×0.6 = 31.0 kN

安全率　F = 31.0/10 = 3.1 ＞ 1.5　・・・ OK

施工計画としては、下段から上段に進む、打って返しの作業性を考慮した。

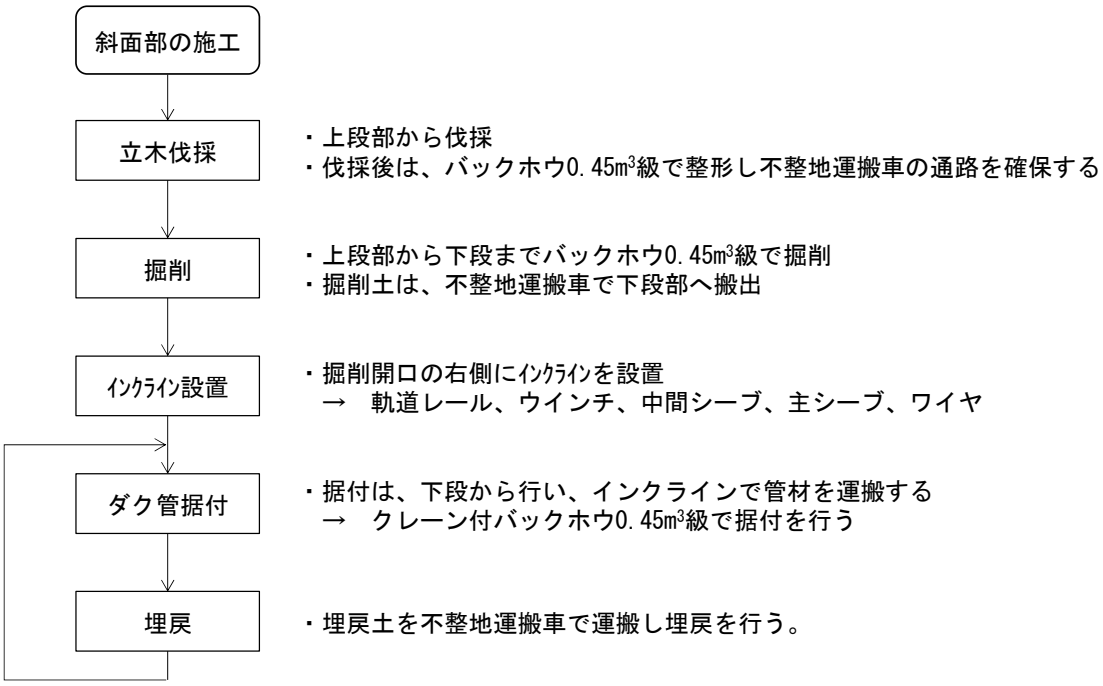


図 2-9. 斜面部施工フロー図

当初の施工計画案に対し、現地調査委員会では下記の助言が得られた。

・掘削が深い箇所の法勾配は、土質に合わせて検討してはどうか。

・枕木の固定方法及び転倒に関する検討をしてはどうか。

（５）　変更計画案

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。

比較の結果、大型モノレール（2.5t 吊ｸﾚｰﾝ付台車）による施工が選定された。

表 2-5. 斜面工の工法比較表

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 **大型モノレール**	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	5,970㎡	2,560㎡	2,070㎡	1,980㎡	5,540㎡	2,570㎡	1,520㎡	1,910㎡
	評価	8位 広い	5位 やや広い	4位 狭い	3位 狭い	7位 広い	6位 やや広い	1位 狭い	2位 狭い
経済性	工事費 （経費込）	50,890千円	149,290千円	255,010千円	81,360千円	75,100千円	85,120千円	89,210千円	84,490千円
	補償費	14,090千円	6,820千円	5,780千円	5,580千円	13,250千円	6,830千円	4,610千円	5,330千円
	合計額	64,980千円	156,110千円	260,790千円	86,940千円	88,350千円	91,950千円	93,820千円	89,820千円
	評価	1位	7位	8位	2位	3位	5位	6位	4位
施工性		経済性では１位であるが、伐採範囲が広く用地条件を逸脱	仮設工が大がかり	仮設工が大がかり	経済性・作業性が良い	伐採範囲が広く用地条件を逸脱	重機運搬・組み立て、解体等の作業に工期を要する	経済性劣る、作業性やや劣る	経済性・作業性やや良い
総合評価		×	×	×	◎	×	△	△	○

【経済比較】

インクライン　　1.00（6m 管対応）
大型モノレール　0.97（6m 管対応）
モノレール　　1.28（4m 管対応）

大型モノレール

NETIS（国交省／新技術情報提供ｼｽﾃﾑ）登録技術

登録名称：超大型モノレール（単線軌道）

登録番号：ＫＫ－100080－ＶＲ

➢ **動力車**

3 条式ラック付レールを走行し、駆動ピニオンでレールのラックに係合することにより 45°前後の急傾斜地走行が可能。

➢ **特別仕様の台車**

・ミキサー台車（1m³）　・・・ 生コンを撹拌しながら走行可
・3 転ダンプ台車（2 ﾄﾝ）　・・・ 土砂運搬可
・フラットデッキダンプ台車　・・・ 重機等(4 ﾄﾝ)を搭載したまま 45°急傾斜を直登坂可
・クレーン台車（2.5 ﾄﾝ吊り）　・・・ 管の運搬､据付けに使用可

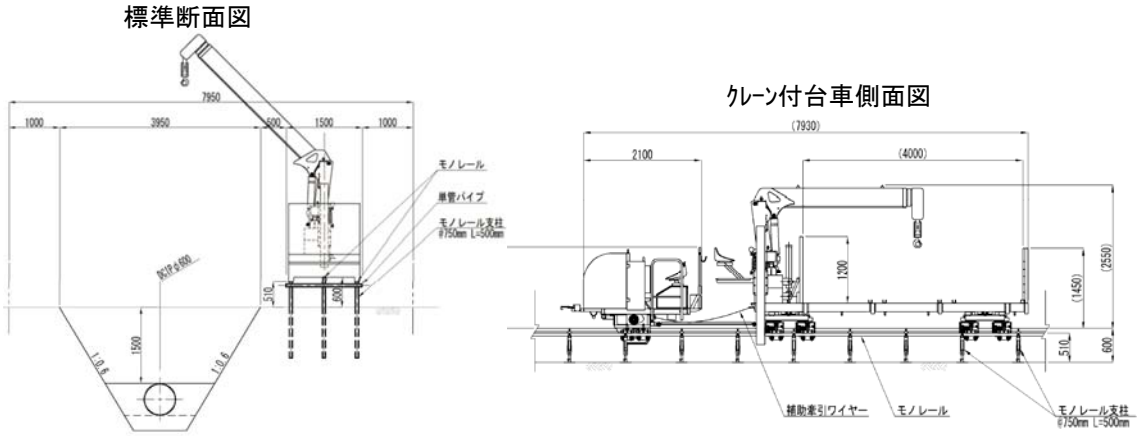


図 2-10. 大型モノレール一般図

変更の施工計画案に対し、合同委員会では下記の助言が得られた。
・支柱に対し引抜き力が発生してくるので、その支柱に対し引抜きの検討が必要。

2.5　検討テーマ以外の課題の整理

２．５　検討テーマ以外の課題の整理

また、今回の検討テーマ以外として得られた助言とその対応方針について下記に示します。

①発進の形状を施工性・安全性を考慮して見直してはどうか。

→立抗が深いため、安全性を考慮し、リヤガード付き梯子を設置するスペース(0.6m)を確保した。これにより、立坑の形状（大きさ）を見直しすることとした。

②改良により鋼矢板が抜けなくなった時の対応策を検討しておいた方が良いのではないか。

→地盤改良により鋼矢板が抜けない事が懸念される場合は、フリクションカッター（含水するとゼリー化する化学処理剤）を矢板に塗布し、潤滑効果を利用して摩擦力を低下させる対策を講じる。