

岩川大橋上部工の撤去工事

東北支店 五十嵐史郎

東北支店 三浦 義弘

東北支店 杉本 亨

東北支店 五十嵐 亮

概要：岩川大橋は、山形県温海町に位置し、日本海の海岸線に沿って架かる国道7号線の橋梁である。構造形式は9径間単純PCポステンT桁橋で、昭和41年に竣工した。この地域は、全国的にも特に厳しい環境条件にあり、本橋においても塩害により過去に何度も防食塗装や外ケーブル補強等を行ってきたが、新橋の完成により上部工を撤去する事となった。

撤去工事にあたっては、本橋が海水浴場に沿って架橋されていることから、撤去工法と施工期間の制約を受けた。そのために、主桁架設機を用いた撤去工法等の技術提案を行って施工した。

キーワード：上部工撤去、外ケーブル補強、架設機(PSK-08)、ワイヤーソーイング工法、濁水処理

1. はじめに

本工事は、塩害を受けて損傷した橋長336.94m、全幅8.80m、平面線形R=400m、1径間5主桁のポステンションT桁橋の上部工撤去工事である。

工事に際しては、以下に示す制約条件を考慮しなおかつ省力化を図ることを目的に工法の検討を行い、主桁架設機(PSK-08)を使用した撤去工法により施工した。

破砕材・部材等が海岸に飛散流出しないこと

工期は4月から10月までの7ヶ月とし、海水浴シーズンまでに3径間の撤去を終えること

また、主桁は塩害により損傷を受けており、主ケーブルが切断されている主桁もあった。そこで、施工中の主桁の応力状態に関して、予め調査された資料や外ケーブル補強時の設計資料等に基づき応力の照査を行った。その結果により、補強外ケーブルの再緊張、桁下からの支柱による補強、横桁切断順序等の撤去手順を決定した。

2. 橋梁概要

工 事 名：岩川大橋上部撤去工事
 施 主：国土交通省東北地方整備局酒田工事事務所
 工事箇所：山形県西田川郡温海町大字大岩川
 構造形式：ポステンション方式単純T桁橋
 橋 長：336.94m
 桁 長：2@29.460m + 7@39.660m
 幅 員：全幅員8.80m 有効幅員7.60m
 平面線形：R=400.00m



五十嵐史郎
PC事業部
工事部



三浦義弘
PC事業部
工事部



杉本亨
PC事業部
工事部



五十嵐亮
PC事業部
工事部

表 - 1 解体撤去数量表

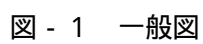
名 称	細 別	単 位	数 量	備 考
橋面アスファルト		t	350	
伸縮継手装置		m	76	
既設高欄撤去		t	17	
地覆・落橋防止コンクリート撤去	コンクリート殻	t	339	
	鉄筋屑	t	13	
主桁撤去	コンクリート(有筋)	t	3,985	45本
	PC鋼材	t	114	
	鉄筋屑	t	84	



写真 - 1 撤去前



写真 - 2 撤去後



3. 施工手順

足場，防護工を施工後，橋体工の撤去に先行して橋面工の撤去を行った。

主桁の撤去は、横桁コンクリートにワイヤソーにより切断解体、支承部縁切り、床版縦目地をブレードカッターにより切断後、大型架設機にて行った。撤去した主桁は、A1側に設置したヤードにおいてワイヤソーによって運搬可能なブロックに切断し、解体ヤードまで運搬して解体した。

施工フロ - 図を，以下に示す．

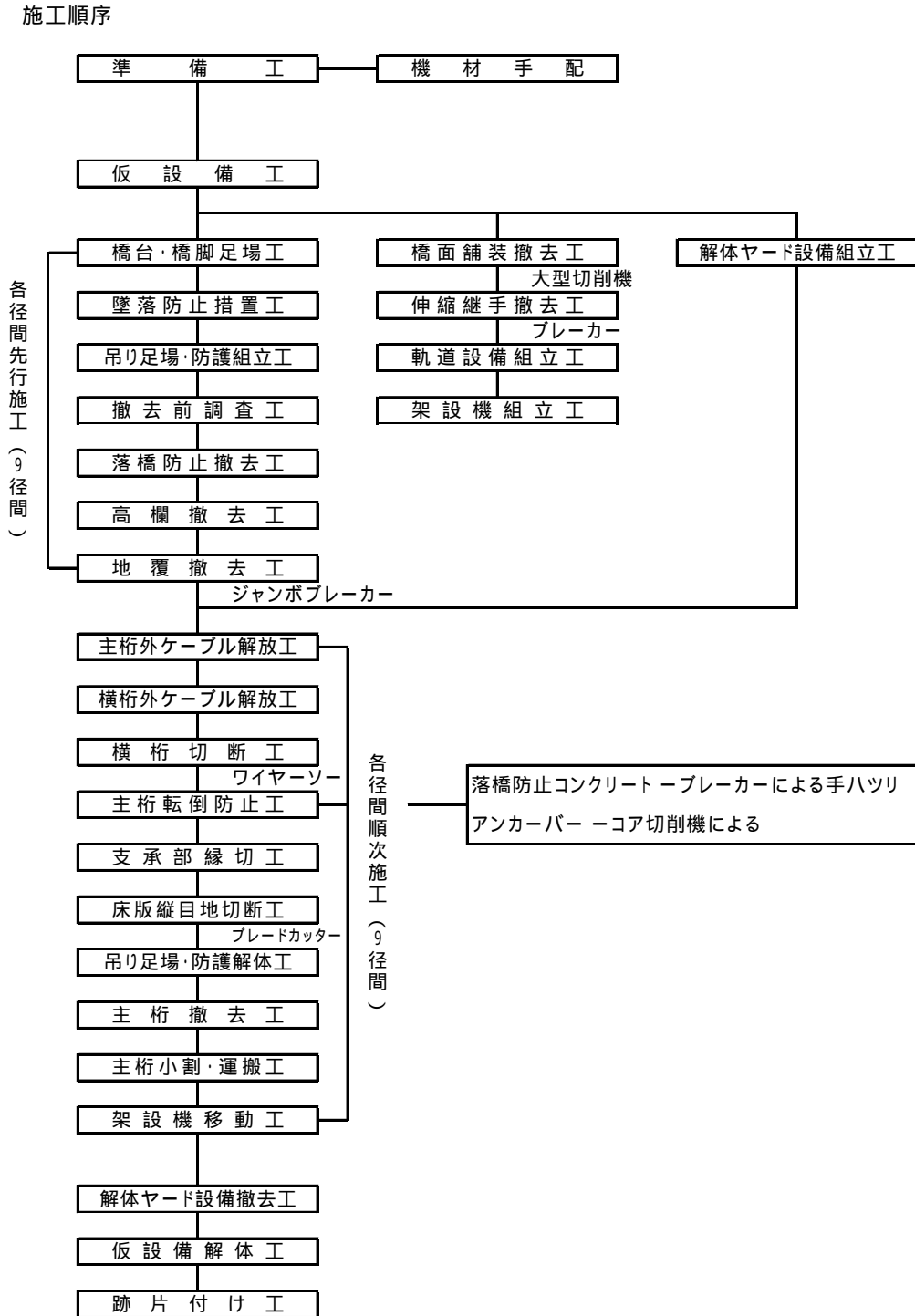


図 - 2 施工フ口 - 図

4. 解体ヤード設備

主桁の切断搬出には、A1背面旧橋すりつけ区間(長さ約42.0m 幅員約6.0m)を利用した。幅員が狭いので、ヤード部のレール固定には鉄板を利用し、工事車両の通行を可能とした。

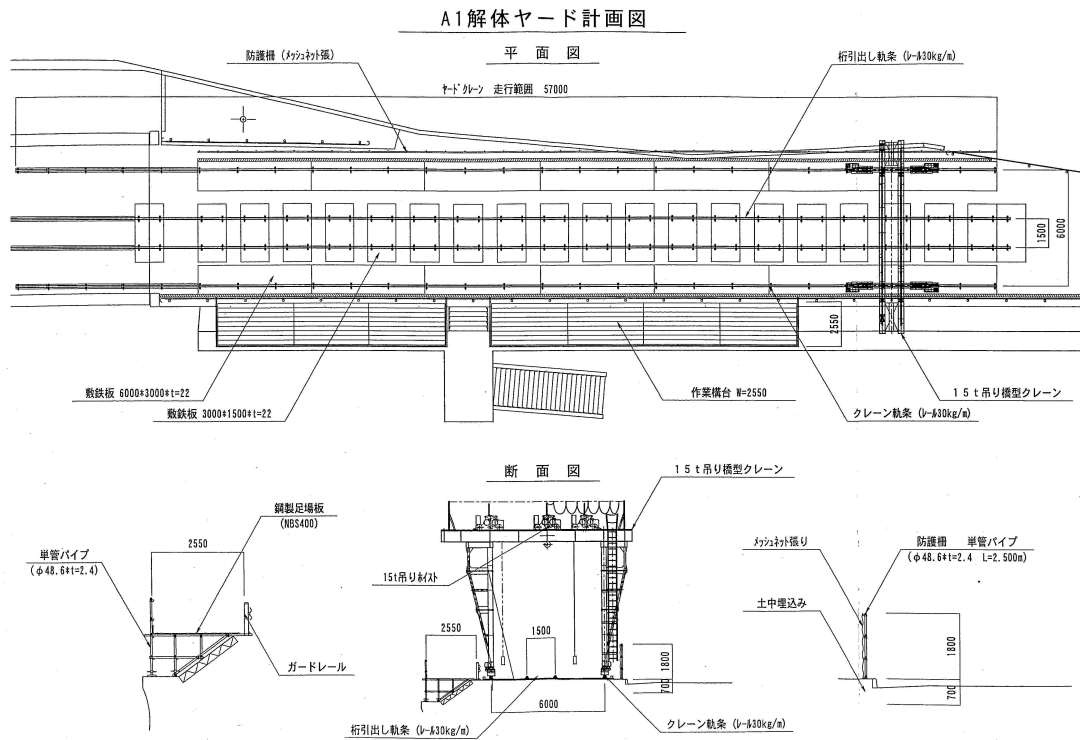


図 - 3 解体ヤード図



写真 - 3 A1解体ヤード

5. 主桁の検討(外ケーブルによる補強)

主桁の撤去はA 2側から行い、撤去する主桁は橋体上を重量トロリにてA 1側のヤードまで移動する計画であった。しかし、全45主桁のうち22主桁の主ケーブルが塩害により破断しており、撤去桁移動時の既設主桁の耐荷力不足が懸念された。

したがって、撤去桁移動時の既設主桁の応力検討を行い、耐荷力の不足する主桁には補強を行った。補強方法は、外ケーブルにより補強されている主桁に関しては再緊張を行う方法とし、外ケーブルによる補強がない主桁に関しては地上より四角支柱を組み上げて主桁を直接支持する方法とした。

(1) 補強前の主桁の状況

各主桁の主ケーブルの状況と、すでに施工されている外ケーブル補強状況を下表に示す。

表-2 各主桁の主ケーブル破断調査結果

(本)

	第1径間 (A1-P1)	第2径間 (P1-P2)	第3径間 (P2-P3)	第4径間 (P3-P4)	第5径間 (P4-P5)	第6径間 (P5-P6)	第7径間 (P6-P7)	第8径間 (P7-P8)	第9径間 (P8-A2)
G1	なし	3	5	なし	なし	1	なし	なし	なし
G2	1	2	4	4	5	4	"	"	"
G3	1	なし	2	1	1	1	"	"	"
G4	なし	2	3	1	なし	2	"	"	"
G5	"	1	1	4	5	なし	"	"	"
全ケーブル本数	6	6	9	9	9	9	9	9	9

表-3 各主桁の外ケーブル補強の有無

	第1径間 (A1-P1)	第2径間 (P1-P2)	第3径間 (P2-P3)	第4径間 (P3-P4)	第5径間 (P4-P5)	第6径間 (P5-P6)	第7径間 (P6-P7)	第8径間 (P7-P8)	第9径間 (P8-A2)
G1	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし
G2	"	"	○	○	○	"	"	"	"
G3	"	"	○	○	○	"	"	"	"
G4	"	"	○	○	なし	"	"	"	○
G5	"	"	○	○	○	"	"	"	○

(2) 撤去桁移動時の主桁合成応力度

補強の必要な主桁の合成応力度を下表に示す。

なお、撤去時の合成応力度は、撤去桁移動時の荷重を版理論によって荷重分配した結果である。

表-4 各主桁の合成応力度

(応力度 kgf/cm²)

		第3径間 (P2-P3)	第4径間 (P3-P4)	第5径間 (P4-P5)	第6径間 (P5-P6)	許容値
		G2	G2	G2	G2	
死荷重時 (自重+フレ)	上縁	65.0	65.0	71.1	65.0	175
	下縁	-11.4	-11.4	-43.3	-11.4	-25
撤去時	上縁	94.8	94.8	100.9	94.8	175
	下縁	-54.8	-54.8	-86.7	-54.8	-25
破断PC鋼材本数		4	4	5	4	
補強外ケーブルの有無		○	○	○	×	
炭素繊維補強の有無		○	○	○	×	

第3～第5径間G2桁に関しては、既設外ケーブル(F130T)の導入緊張力に余裕があったので、撤去桁移動時の合成引張応力度が -25 kgf/cm^2 以下となるよう、再緊張により緊張力を増加させることで補強した。

第6径間G2桁に関しては、地上より四角支柱を組み上げて直接支持する事とした。

(3) 外ケーブル再緊張フロ－

主桁の検討結果より、対象径間の前径間の主桁引出し終了までは荷重分配を考慮し横桁切断を一切行わないこととして、下図に示す外ケーブル再緊張と横桁、床版切断の施工フロ－を決定した。

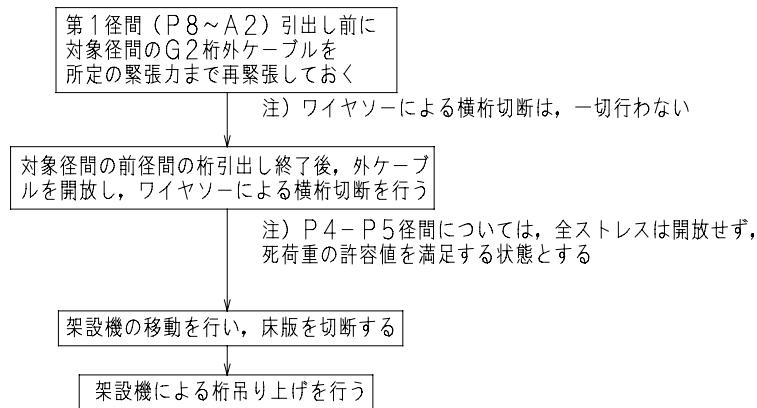


図 - 4 外ケーブル再緊張施工フロ－図

(4) 主桁補強図

第3～第5径間(P2～P5)部において、既設外ケーブルの導入緊張力を上げて再緊張するにあたり、既設コンクリート定着部が耐力不足であった。そのために、鋼製ブラケットを新たに設置して再緊張することとした。

外ケーブル配置図と定着部概要図を以下に示す。



図 - 5 主桁外ケーブル配置図

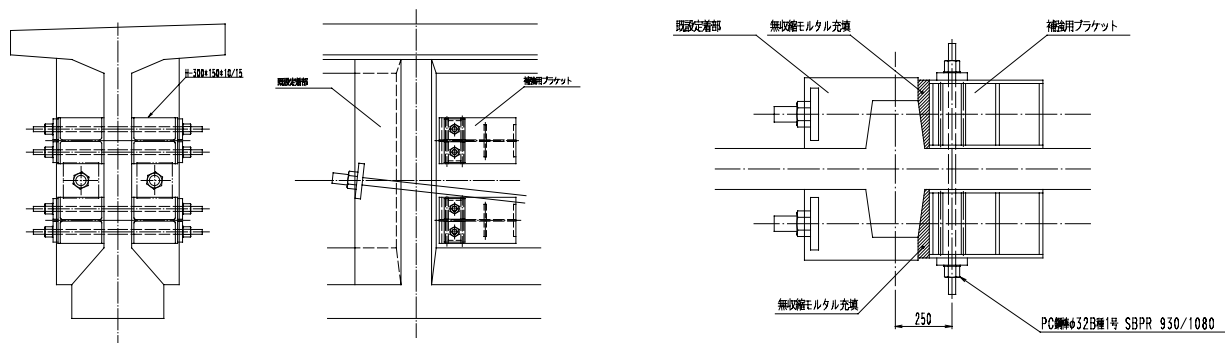


図 - 6 定着部概要図

6. 撤去用架設機の選定及び撤去手順

(1) 撤去用架設機の選定

撤去用架設機は、平面線形が $R = 400\text{m}$ で現国道7号が本橋に隣接しているという条件と、以下に示す制約条件を考慮して、PSK-08を使用することとした。

破砕材・部材等が海岸に飛散流出しないこと

工期は4月から10月までの7ヶ月とし、海水浴シーズンまでに3径間の撤去を終えること



写真 - 4 主桁撤去状況 全景



写真 - 5 主桁撤去状況



写真 - 6 主桁撤去状況

撤去用架設機の選定は、

PSK-08型新型架設機下吊り式架設工法

2組架設桁架設抱込み式横取り架設工法

1組架設桁架設下吊り式架設工法

1組架設桁架設上路式架設工法

の4案の安全性、施工性、経済性について比較検討して行った。選定表を次ページに示す。

表 - 5 撤去用架設機選定表

撤去架設工法	安全性	施工性	経済性	総合評価
1、PSK-08型新型架設機下吊り式架設工法 PSK-08型架設機は、従来のPC桁架設機（デッキ式）の控えワイヤ（トワイヤー）を必要としない架設機である。デッキ式時の脚受けブラケット等を不要にして、横取りりは、エレクションガンダー本体が移動する構造である。	1、架設機本体の安定度が良い（アウリガーム、後方バンド等） 2、吊上時の架設桁の初めは、後方横行部のローで受ける構造なのでサドル材等に水平力が発生しない 従って安全である （後方バンドは荷重を加式のローで受けている） 3、移動時の前方ローの高さが低く転倒の心配が無い	1、撤去の順番はどこからでも良く、耳桁の撤去も容易である 2、架設機の移動は、線形R400に対して対応可能で、移動位置もどこでも可能である （各移動時の反力点は回転水平移動可能な構造である為） （移動の為の軌道は、既設桁の強度により決められる）	1、他の機材等が必要ない （全ての作業は、架設機に常設された機器及び機材により桁架設、移動、据付が出来る）	◎
2、2組架設桁架設抱込み式横取り架設工法	1、機械高が低く安定度が良い 2、前後方バンドは比較的低いので水平力に対して影響は少ない	1、耳桁撤去は、1組桁で吊り上げ盛り替えが必要で、撤去順序の検討が必要である 2、架設機の移動は、線形R400に対して対応可能だが、設備が複雑になる	1、第1案と比較すると2組桁では設備過大である	○
3、1組架設桁架設下吊り式架設工法	1、架設桁が高く安定度が悪い 2、発生する水平力は全て控えワイヤで受ける構造形式なので第1、2、案と比較すれば不安定である	1、横取りは別の段取りとなり撤去は架設桁の真下の桁から撤去となる 2、移動設備が必要である 3、控えワイヤ（トワイヤー）が必要である	1、横取り設備が別途必要 2、移動設備が必要である	×
4、1組架設桁架設上路式架設工法	1、門型架設機移動時は、危険度が高い 2、発生する水平力は全て控えワイヤで受ける構造形式なので第1、2、案と比較すれば不安定である	1、門型式なので吊り上げは安定している 2、架設桁の移動手順が複雑（架設桁の移動の為には次径間の桁撤去が必要） 3、控えワイヤ（トワイヤー）が必要 4、架設機の脚受けブラケットが必要である	1、脚受けブラケットのアカは新設時のアカと同じアカが必要である	×

(2)主桁撤去1サイクル手順

表6 - 1 主桁撤去1サイクル手順(1/2)

各部名称	構造図	手 順
450kg-プレートギス 走行装置、吊り装置 70tギヤホック×2台 吊り金具 撤去桁 後方横行台車、レール 前方横行台車、レール 電動機、2200V 201×2台 終端止 手延べ桁 手延べ桁サポート 70tギヤホック×2台 100t×2台		各部名称
1、ガーダー、吊り金具のセット		1、前後方横行台車にて撤去桁上にガーダーを横行させ方向を調整する 2、吊り金具を降下させ、撤去桁と固定する
2、撤去桁の吊り上げ		1、セクターギヤ4台を使用し、撤去桁を所定の高まで吊り上げる
3、引き出し方向の調整		1、ガーダーの前後方横行台車を個々に横行させ、撤去桁を引き出し方向に調整する 2、後方ギヤのジャック付き脚を伸ばし、後方横行台車を解放、横移動する
4、撤去桁の縦移動1		1、走行装置2台を同時に走行させ、撤去桁を縦移動する

表6-2 主桁撤去1サイクル手順(2/2)

手 順	構 造 図
5、撤去桁の縦移動2 1、自走台車と前方走行装置を同時に走行させ、撤去桁を縦移動する 2、前方吊り装置を降下させ、撤去桁を重量台車にのせる 3、自走台車にて撤去桁を解体バードまで運搬する 手順1から手順5を繰り返す(G1~G5桁)	
1、ガーダー後方にリフターをセットする 2、手延べ先端サポートを利かせる 3、アタッチメント部の電動チェーンロックを使用しガーダー連結ピン4本を撤去する 4、後方はリフターと後方バード、前方は電動チェーンロックを使用しガーダーを1.5m降下する 5、3同様、電動チェーンロックを使用し、ガーダー連結ピン4本をむとす 6、手延べ先端サポートを解放する	
1、中間バードを撤去し、後方横行台車をセットする 2、アタッチメント部(100t)を伸ばし、前方横行レール、横行台車を後方へスライドし側面トリリにつり下げる 3、移動ローラーをアタッチメント下へむとす 4、リフターをガーダーに利かせ後方バードを解放する	
1、リフターを走行させ、ガーダーをバード手前まで移動する 2、前方横行レール、横行台車をバード上にむとす 3、再度リフターを走行させ、ガーダーを所定位置まで移動する	
1、後方バードを伸ばし、ガーダーを安定させる 2、アタッチメント部(100t)を伸ばし、後方横行台車を解放する 3、アタッチメント部(100t)を伸ばし、後方横行台車上にむとす 4、アタッチメント部の電動チェーンロックを使用し、ガーダー連結ピン4本を撤去する 5、後方はリフター、後方バード、前方は電動チェーンロックを使用し、ガーダーを1.5m上昇する 6、4同様電動チェーンロックを使用し、ガーダー連結ピン4本をむとす	
1、走行装置を使用し、後方横行レール、横行台車を所定位置まで移動、むとす 2、後方バード、リフターを解放する	
1サイクル完了	

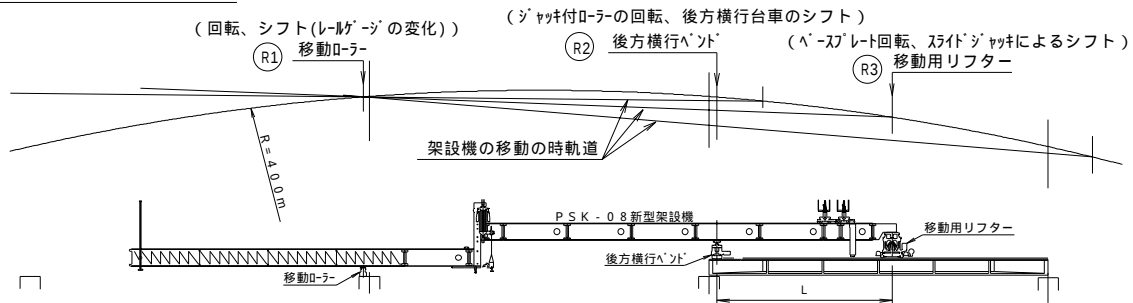
(3) 架設機の移動（後退）

一般的に、架設桁（ガ - ダ - ）および移動支保工等架設機の次径間への移動には、方向修正（スライド）を行ってから直線的に移動する方法が用いられている。

しかし、本橋における移動時の条件は、国道7号線に近接していること、平面線形が $R = 400\text{m}$ であること、 $R3$ 移動方向が $G2 - G3$ の主桁上に敷設したレ - ルゲ - ジ 1500mm の軌道方向となることであったため、曲線的な移動を行う必要があった。

そのために、 $R1$ 、 $R2$ 、 $R3$ 支点を回転、スライド（横行）を同時に行うこととした。また、 $R2$ においては、架設機の移動による横方向位置変化に対し後方横行台車を順次横行することで対応できた。

架設機の移動時の軌跡



後方横行台車部のシフト量

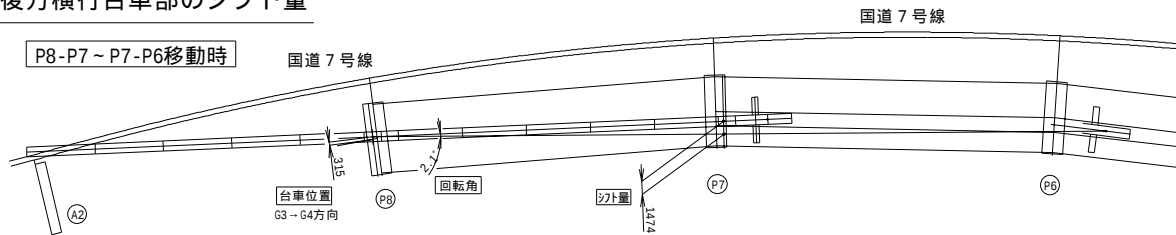


図 - 7 移動時の軌跡および後方台車部のシフト量

事前に予測した移動時における各支点の挙動と、それに対して施した対策を以下に示す。

$R1$ ：手延桁部受けローラーで、移動とともに回転によりレ - ルゲ - ジが変化する。
対策として、ローラーにテフロン板を組み込むことにより、回転、スライドが可能な構造とした。

$R2$ ：ジャッキ付ローラー部は回転し、所定のシフト量分横行を行う。
対策として、反力を確認しながら、各点の反力及び高さ関係を調整する。

$R3$ ： $G2 - G3$ 主桁上に敷設された軌道上を移動（後退）する。

対策として、移動用駆動装置を回転およびスライドベース付の構造とした。

施工時においても、各支点は予測どおりの挙動を示した。

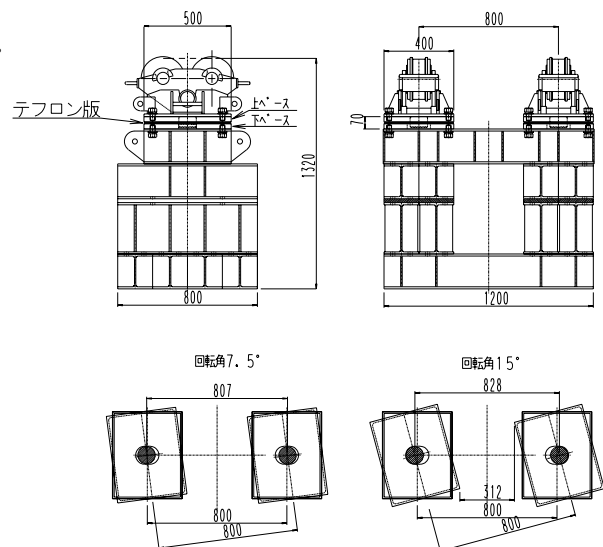


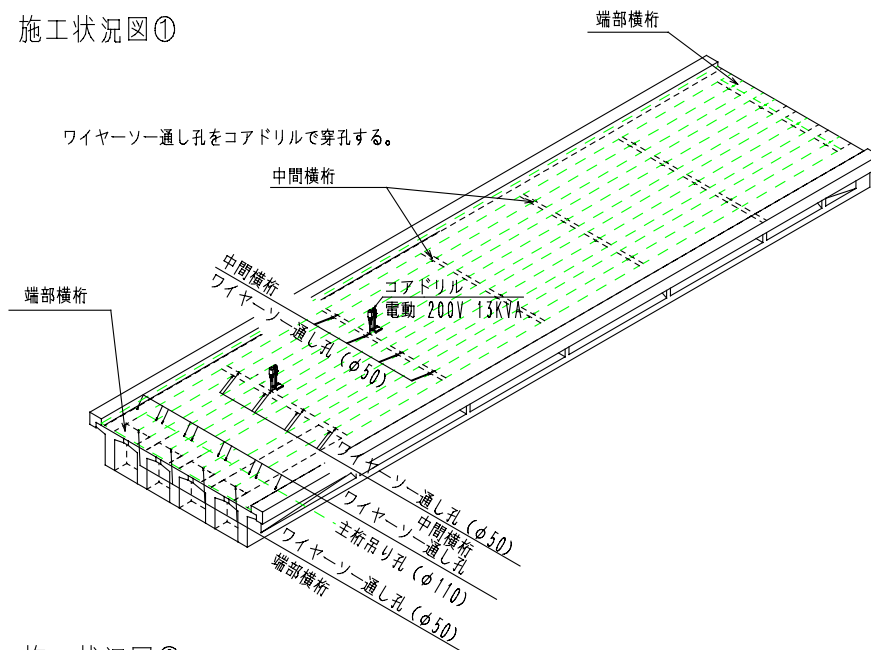
図 - 8 前方ローラー構造図

7. 主桁の切断（ワイヤーソーイング工法）

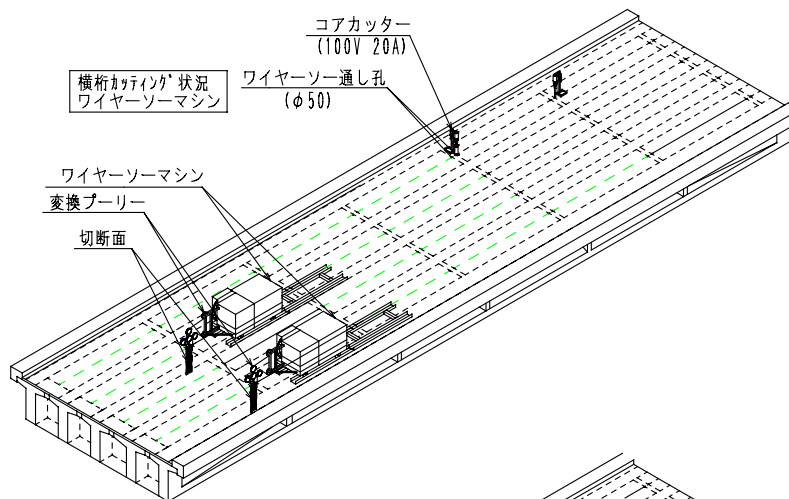
(1) 横桁及び床版の切断

横桁および床版のワイヤーソーイング工法による切断施工の状況を、下図に示す。

施工状況図①



施工状況図②



施工状況図③

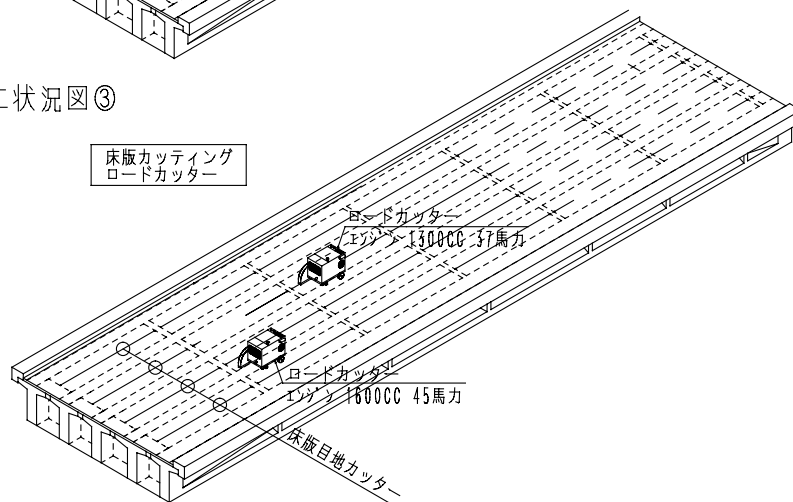
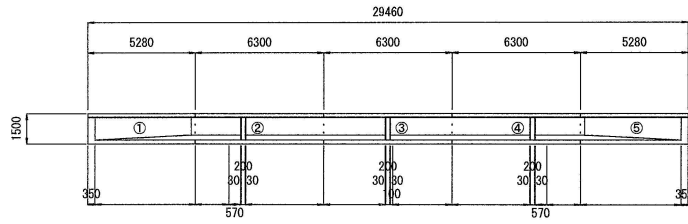


図 - 9 横桁及び床版切断施工状況図

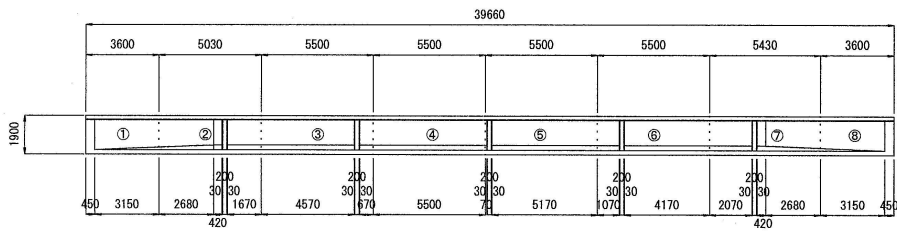
(2)主桁の切断

主桁は、最大重量が普通トラックの最大積載量14.7トン以内となるように、ワイヤーソーイング工法にてブロックに切断した。

【A1～P2径間】～5ブロック

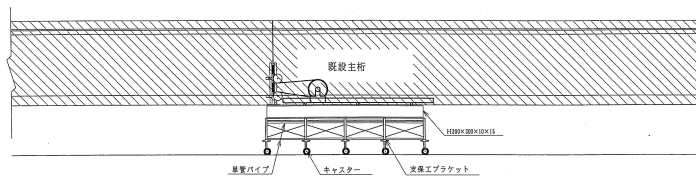


【P2～A2径間】～8ブロック

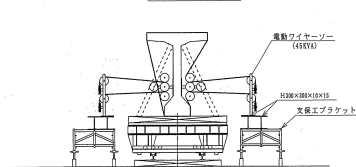


主桁小割切断図

側面図 (S=1:50)



断面図 (S=1:50)



平面配置図 (S=1:150)

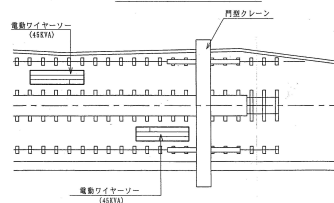


図 - 10 主桁小割切断図



写真 - 7 主桁切断状況

8. 濁水処理

橋梁下が海水浴場であることから、制約(条件)として特に汚水等の海への流出防止(義務)が付けられた。そのため、ワイヤ・ソー・イング工法による切断作業時に発生する濁水の処理を行った。

濁水の集水には、橋軸方向にはプラスチック波トタンを用いて両支点方向に流し、橋軸直角方向にはプラスチック雨樋とVP100を接続して集水タンクに集める方法を採用した。

集水した濁水は、強力吸引作業車(モ・ビルバック2.5m³積)にて処分場へ搬出した。

搬出した濁水は汚泥粒固化材により区分第2種建設発生土の土質区分第2種改良土(「建設発生土利用技術マニュアル」の土質区分基準より)として処理した。

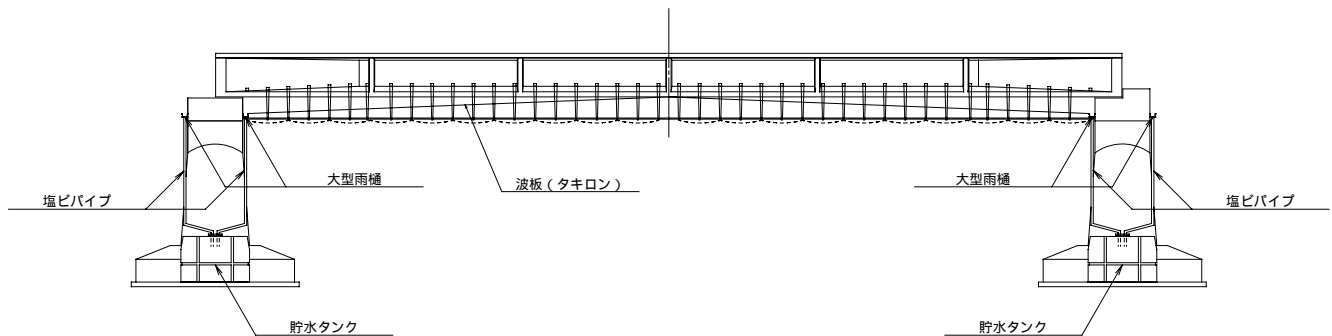
また、今回の撤去工事においては、コンクリート切断により約670m³の濁水が発生した。内訳を以下に示す。

内訳：ワイヤーソーイング工法による濁水量 0.030 m³/min

ブレードカッターによる濁水量(床版目地部) 0.010 m³/m

各径間部およびA1ヤードの排水管設置図を、下図に示す。

切断排水養生側面図



横桁・床版切断養生図

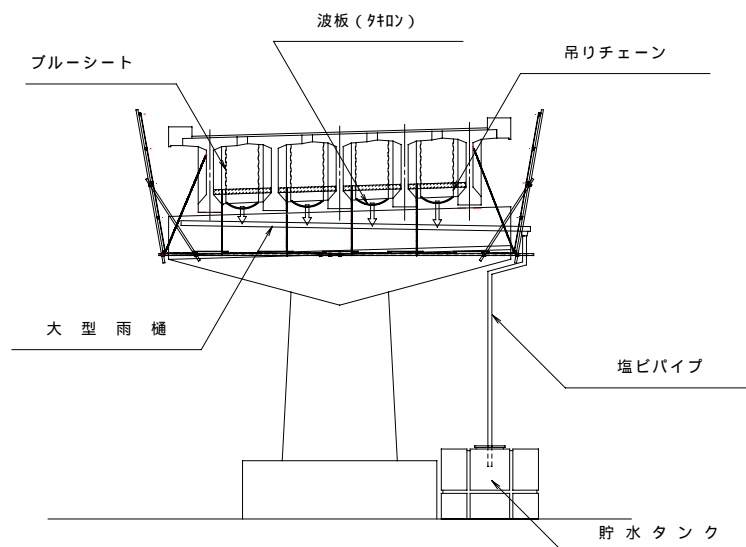
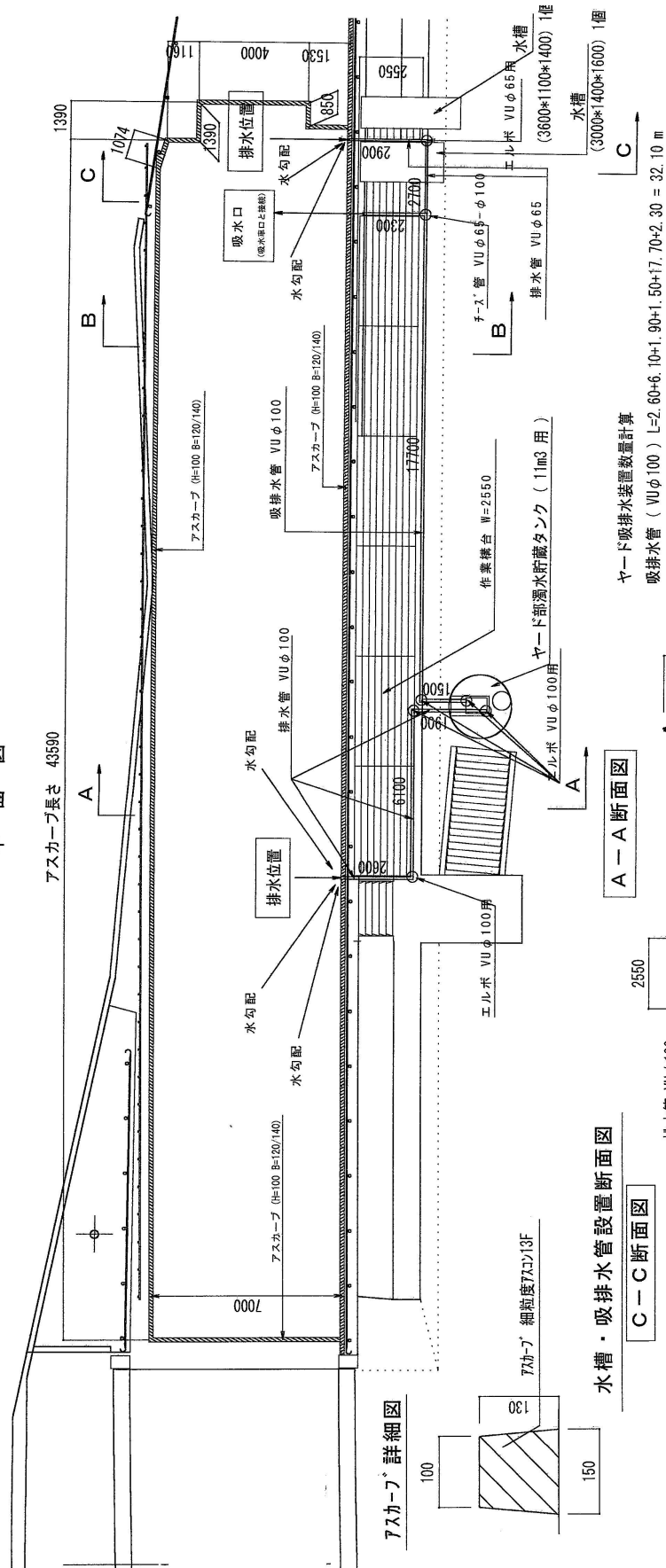


図 - 11 切断排水養生図

A1解体ヤード 濁水・吸排水管設置図

平面図

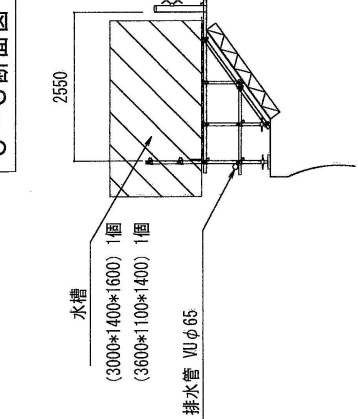


ヤード吸排水装置数量計算

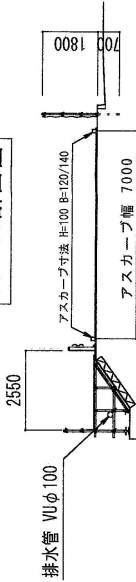
吸排水管 (VUφ100) L=2.60+6.10+1.90+1.50+17.70+2.30 = 32.10 m
 排水管 (VUφ65) L=2.70+2.90 = 5.60 m
 水槽タンク W=6.70 m³用 1個
 水槽タンク W=5.50 m³用 1個
 濁水貯蔵タンク (φ2300) W=11.0 m³用 1個
 7カブ延長 L=43.59+1.39+7.00+2+0.85+44.13 = 103.96 m
 7カブ管 φ65-φ100用 N=1個
 エルボ管 φ65用 N=1個
 エルボ管 φ100用 N=5個

水槽・吸排水管設置断面図

C-C断面図



A-A断面図



B-B断面図

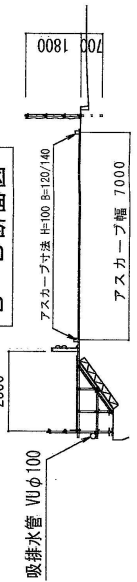


図 - 12 A1解体ヤード・濁水・吸排水管設置図

9. 撤去桁の調査

撤去した主桁のグラウト充填度を、目視により調査した。調査主桁は塩害による損傷の大きいP2～P3径間のG2桁とし、調査項目は定着部および切断面の各ケ－ブルグラウト充填状況とした。

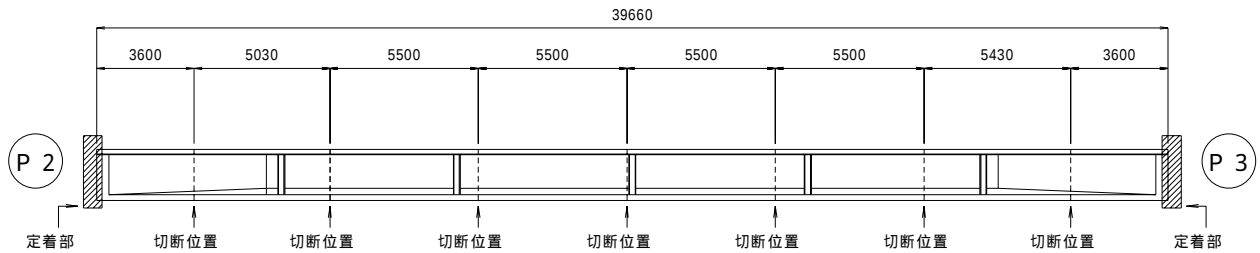


図 - 13 調査位置図



写真 - 8 定着部充填状況



写真 - 9 定着部充填状況



写真 - 10 切断面充填状況

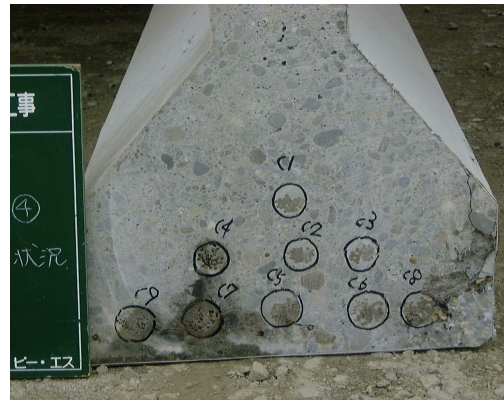


写真 - 11 切断面充填状況

定着部のグラウトは半数以上の供試体に空隙が見られたが、P C 鋼材の腐食は観測されなかった。

また、切断面の各ケ－ブルのグラウト充填状況は、切断面 のC 4 ケ－ブルにおいてコンクリ－ト打設時にシ－ス中にコンクリ－トが入ったことが原因と思われる空隙があったが、その他の切断面においては全ケ－ブル良好であった。

調査の結果より、グラウトの空隙が塩害によるP C 鋼材の損傷を助長することは無かったと判断できた。

10. おわりに

本工事は、現道と近接し平面線形を有する橋梁を、周囲の環境に配慮しながら短期間に撤去するというものであり、当初の予定通り平成14年12月に無事竣工した。

本報告が、今後増えると思われる既設P C 桁撤去工事の一助となれば幸いである。