

海岸線に架かるプレテン床版橋の架替計画について

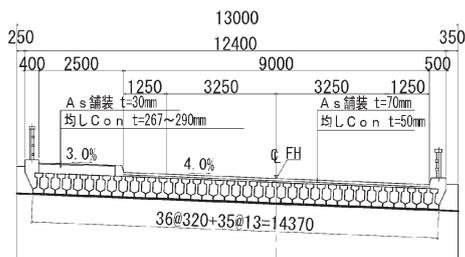
Regarding to the plan of rebuilding of PC slab on the sea side road

交通事業本部 交通第2部 小林 克哉

海岸線の国道に架かるコンクリート橋で塩害を主要因とする劣化が進行していた。詳細調査の結果、コンクリート中の塩化物イオン量が、橋台では腐食限界値以下であったが、主桁ではこれを大きく超えていた。また、主桁の PC 鋼材・鉄筋の一部に破断が確認された。この結果を基に対策案を検討し、上部工を現行 JIS 桁（プレテン中空床版橋）に架替えることとなった。本稿では、上部工の架替えにおいて課題であった、施工時の現道交通確保と主桁撤去方法に関する検討結果、及び新主桁に採用された塩害対策について、その概要を述べる。

1 橋梁概要

対象橋梁は、昭和 46 年に架設された橋長 14.0 m の単純プレテン床版橋で、海岸から 100m 以内の距離にある。主桁形式は旧 JIS 桁であり、これを横に並べ間詰めコンクリートを打設後横締め鋼材で一体化した構造である。（図 1.1 参照）



2 詳細調査結果と補修工法の選定

橋梁定期点検結果において、主桁下面の変状（写真 2.1）が、C 判定の損傷（速やかに補修等を行う必要がある損傷）と判定された。そこで、詳細調査では、腐食発生箇所をはつり PC 鋼材・鉄筋の腐食状況確認と、主桁コンクリート試料を採取し塩化物イオン量試験を行なった。

はつり調査の結果、写真 2.2 のような PC 鋼材及び主桁帯鉄筋（スターラップ）が腐食し破断しているのが確認された。



橋台、主桁から採取したコンクリート試料に対する塩化物イオン量試験結果を表 2.1 に示す。橋台では腐食限界値（ $=1.2\text{kg/m}^3$ ）以下であったが、主桁ではこれを大きく超過していることが判明した。

架橋環境、損傷状況及び塩化物イオン量から、損傷は塩害によるもとの判定し、塩害に対する補

修工法を検討することとした。補修工法比較は、表 2.2 に示す 5 案で行ない、第 5 案“上部工架替案”を選定した。

表 2.1 鋼材・鉄筋位置における塩化物イオン量

| 部位 | 塩化物イオン量(kg/m ³) | |
|-------|-----------------------------|------------|
| | 調査時 | 竣工後 100 年 |
| 主桁 | 6.78 >1.2 | 10.37 >1.2 |
| A2 橋台 | 0.65 <1.2 | 3.30 >1.2 |

表 2.2 補修工法の比較結果概要

| 比較案 | 適用性 | 備考 |
|--------------|-----|-------------------------------------|
| 第 1 案 表面被覆工 | △ | 外部からの進入は防止できるが、内在塩分による腐食の進行は防止できない。 |
| 第 2 案 断面修復工 | △ | 断面をはつることで主桁プレストレスを損失し、構造自体が不安定になる。 |
| 第 3 案 脱塩工法 | △ | プレテン桁の実績は無い、通電により水素脆化が懸念されリスクが高い。 |
| 第 4 案 電気防食工法 | △ | プレテン桁の実績は無いが、設置後の維持管理が必要。 |
| 第 5 案 上部工架替案 | ◎ | 高い耐久性を確保でき、経済性で有利である。 |

3 架替え計画概要

本橋の架替計画を立案するにあたり、ポイントとなった 4 項目について述べる。

- 1) 現交通の確保
- 2) 主桁の撤去方法
- 3) 主桁横方向の連結確保
- 4) 塩害耐久性の確保

3.1 現交通の確保

工事中でも現道 1 車線幅 3.75m、歩道幅 1.0 mを確保する方針で、切回し計画を立案した。施工手順を図 3.1～図 3.4 に示す。なお、ここでは当初段階（左車線運用）を一期施工、次の段階（右車線運用）を二期施工と呼ぶ。

一期施工では、橋梁左側に歩道幅 1.0m、車道幅 3.75mを確保し片側交互通行を実施する。橋梁右側の既設桁の撤去・新桁架替えが完了した後、交通を橋梁右側に切替える。

二期施工では、橋梁左側の既設桁を撤去・新桁への架替えを行ない、その後一期施工、二期施工の主桁同士を橋軸直角方向に配置された P C 鋼材により連結・一体化させる。

各施工段階で設ける仮設防護柵のアンカーの確保では、一期施工では打ち込みアンカーを用いて、二期施工では、新桁が対象となるため、主桁製作時に事前にアンカーを打ち込むこととした。

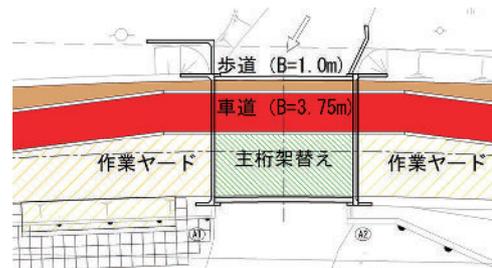


図 3.1 一期施工時平面図

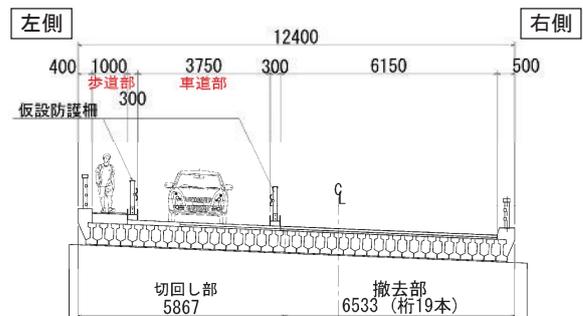


図 3.2 一期施工断面図

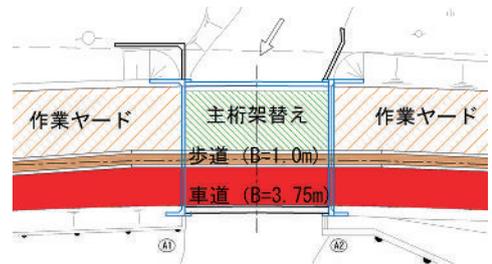


図 3.3 二期施工時平面図

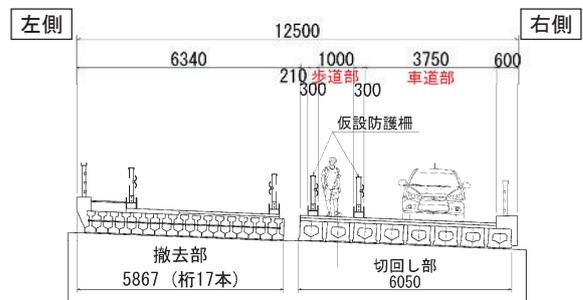


図 3.4 二期施工断面図

3.2 主桁の撤去方法

主桁は、ワイヤーソーにより図 3.5 に示す位置で橋軸方向に切断し、桁 1 本ごとクレーンで撤去する工法を採用した。さらに横方向も切断し小ブロックとして撤去する方法も考えられるが、主桁が P C 部材の切断では衝撃的な破壊が生じることから、これを避ける計画とした。

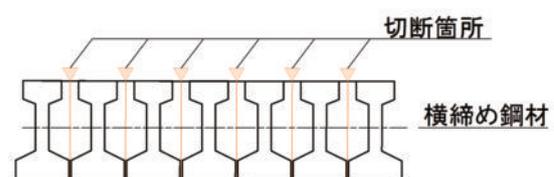


図 3.5 主桁切断位置

主桁の撤去には、100t 吊りトラッククレーンを採用したが、海岸擁壁が隣接しているため設置スペース確保が困難であった。そこで、海岸擁壁前面に図 3.6、図 3.7 のような大型土のうを配置することで、作業ヤード（クレーン設置スペース）を確保した。

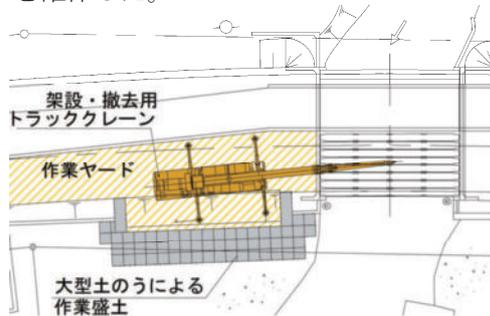


図 3.6 作業ヤード確保（平面図）

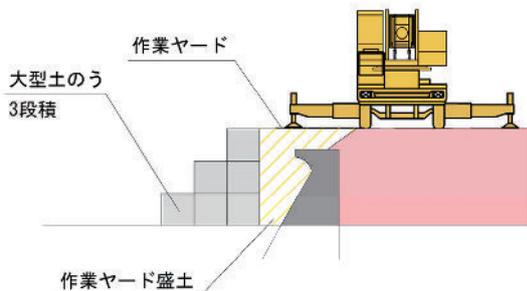


図 3.7 作業ヤード確保（断面図）

3.3 主桁横方向の連結確保

(1) 既設桁の仮連結

一期施工時に撤去部の主桁間を縦方向に切断することで、主桁横方向の連結が一度開放され、主桁の安全性が確保できなくなるため、主桁横方向への仮連結が必要となる。その対策工法として2案を比較した。

第1案は、横締め鉄筋の切断部に定着用アンカープレートを設置し、これを溶接にて鉄筋と接合する案である。（図 3.8 参照）

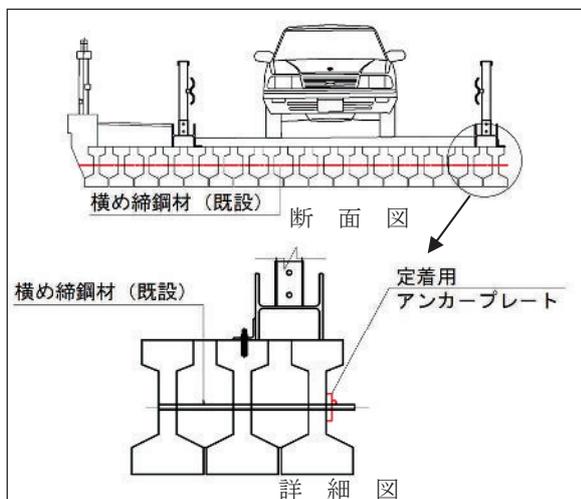


図 3.8 第1案-既設横締め鋼材定着案

第2案は、桁下にブラケットを介して横締め鋼材として鉄筋を配置し、仮連結を行なう案である。

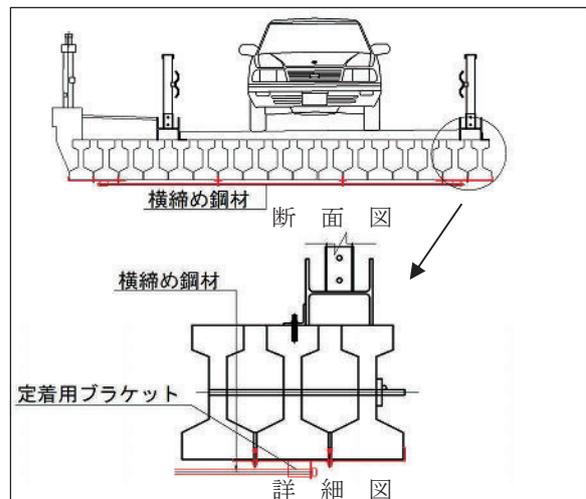


図 3.9 第2案-横締め鋼材設置案

比較の結果、当初第2案が優位と判断したが、輪荷重により主桁間に生じる鉛直方向のせん断力に抵抗できる補強材を確保するため、最終的には第1案と第2案を併用することとした。

これらの対策に加え施工時の直角方向地震動による主桁落下を防止するため、橋台部では図 3.10 に示すようなアングル材を主桁両横に設置し挟む構造を採用した。

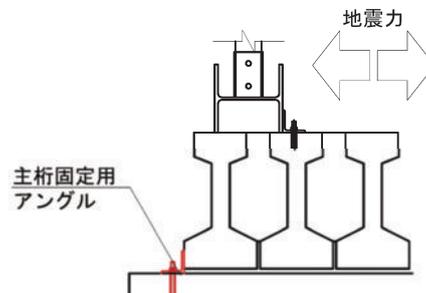


図 3.10 桁端部での横方向固定磁具

(2) 新設桁横締め鋼材の本連結

半断面施工により、本設横締め鋼材も分割して施工するため横締め鋼材の連結工が必要となる。横締め鋼材は、一期施工で一旦緊張定着させ、二期施工で追加 PC 鋼材をカップラージョイントで接続し再度緊張を行なう。横締め鋼材連結の手順を図 3.12 に示す。

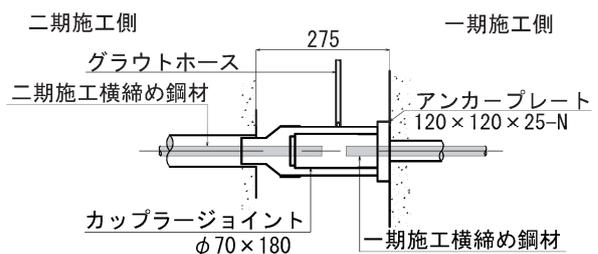


図 3.11 横締め鋼材連結具

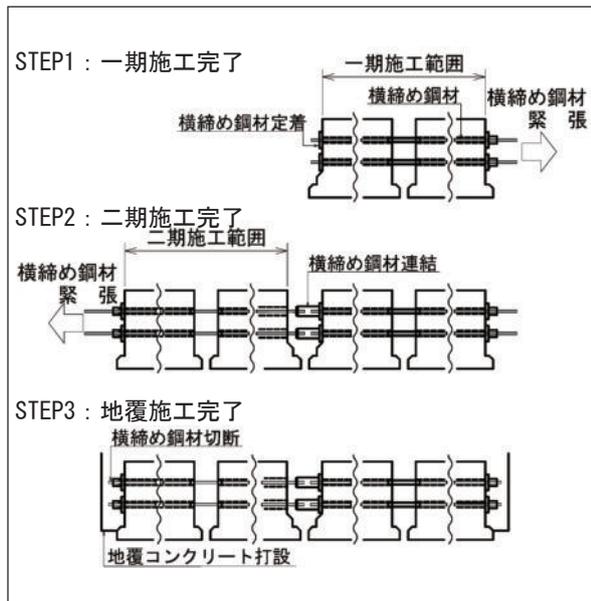


図 3.12 横締め鋼材緊張ステップ

3.4 塩害耐久性の確保

架橋箇所は海岸からの距離が 100m以下であり、塩害対策区分では“対策区分 S”に該当するため、塩害対策が不可欠である。

従来、PC 建協が出版した“塩害に対するプレキャスト PC けたの設計施工資料”を参考に、対策区分 S の場合、①純かぶり 70mm の確保、②コンクリート塗装(表面被覆工)、の2つの対策を実施していた。ただし本工法の問題として、コンクリート塗装が紫外線劣化のより損傷する事例が多いことから、本橋では、これに変わる工法として、次の2つを採用した。

- ① エポキシ鉄筋の採用
- ② エポキシ樹脂 PC 鋼材の採用

従来、シースを用いず直接コンクリートと PC 鋼材が付着するプレテン構造では、エポキシ樹脂 PC 鋼材を適用すると、コンクリートとの付着が確保できないとされていた。しかし、近年の実験より十分な付着力が確保されることが明確となったため、採用に至った。

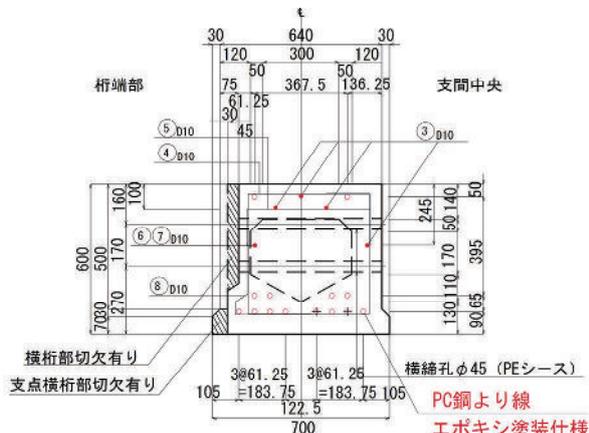


図 3.13 主桁断面図

横締め鋼材の塩害対策は、定着具と横締め鋼材連結具に対し防錆処理を施すことで対応した。

定着具の防錆処理は、地覆コンクリートで覆われ十分なかぶりを確保しているが、対策区分 S では二重の対策が必要なためである。具体的には、亜鉛めっき処理のほか塗装処理、ポリエチレン製キャップの設置(写真 3.1)等が実施例としてある。

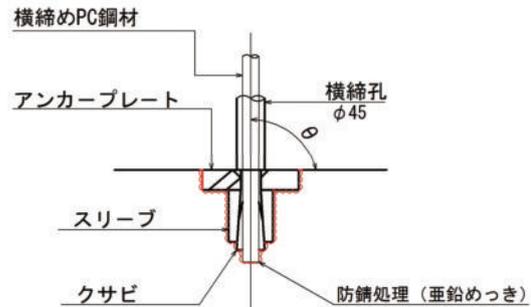


図 3.14 定着具詳細図

横締め鋼材連結具とは、図 3.14 で示した横締め鋼材同士を連結し、その部分を取めたさや管であり、緊張終了後グラウト材を充填するために必要となる。主桁内部にもシースは配置されているが、これは十分なかぶりを有するため、鋼製としている。



写真 3.1 ポリエチレン製キャップの適用例

4 おわりに

コンクリート橋は、従来フリーメンテナンスといわれ、特に海岸沿いに多く架設されてきた経緯がある。そのため、本橋のような架設環境の橋梁は多く存在することから、今後同様の事例において本例が参考になれば幸いである。

本橋での課題であった横締め鋼材切断における仮連結工について、横締め鋼材が鉄筋でなく PC 鋼材だった場合、衝撃的破壊が生じる可能性があり、本橋の事例とは別途に切断方法を検討する必要がある。今後はこうした場合の対応策について検討していきたいと考える次第である。

[参考文献]

- 1) 塩害に対するプレキャスト PC けたの設計施工資料:プレストレストコンクリート建設業協会
- 2) 高耐久性 PC 桁設計施工のポイント「プレテンションスラブ桁編」:プレストレストコンクリート建設業協会