

(131) 暮坪橋(一括押し工法)の施工および暴露試験計画

建設省酒田工事事務所(現 山形工事事務所) 木村 恒夫
 建設省酒田工事事務所 高橋 智巳
 ピーシー橋梁(株)本社技術部 正会員 仁科 一義
 同 上 正会員 ○ 染谷 保司

1. はじめに

本工事は、山形県温海町の国道7号線、暮坪陸橋(昭和40年に架設された5径間PC単純T桁橋)の架け替え工事である。暮坪陸橋を含む海岸線沿い地域は、冬期に季節風の影響で海が荒れ、直接橋梁部や道路にまで波しぶきがかかる過酷な条件下にある。特に本橋梁の架橋位置は、温海地区において厳しい地形・気象条件下にあるため、設計・施工及び使用材料に関しては、これらの環境条件を十分に考慮した塩害対策がとられた。

上記の対策は、建設省土木研究所及び「国道7号塩害PC橋対策技術検討特別委員会」の指導を受けて行った。

本橋梁の構造形式は、塩害を考慮して閉断面となるPC単純箱桁橋(橋長35m)を採用し、施工は橋梁の下を暮坪漁港所属の漁船が航行するため、橋台後方の主桁製作台上で作られた橋体を、集中方式にて一括で押出す方法で行った。

本稿では、建設省酒田工事事務所管内で、上記の塩害対策を実施した暮坪橋に関する施工と、実寸法供試体による暴露試験計画について報告する。

2. 工事概要

工事名: 暮坪橋上部工工事
 工事場所: 山形県西田川郡温海町暮坪地内
 形式: ポストテンション方式PC単純箱桁橋
 橋長: 35.000m
 桁長: 34.900m
 支間: 34.100m
 有効幅員: 11.0m(車道)+2.5m(歩道)
 活荷重: B活荷重
 架設方法: 押し出し工法(集中方式)
 工期: 平成8年9月~平成9年11月

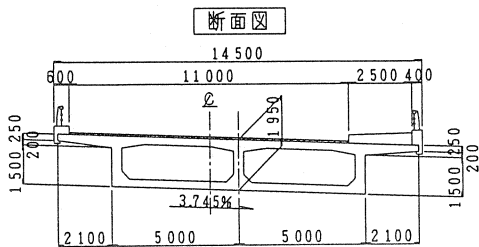
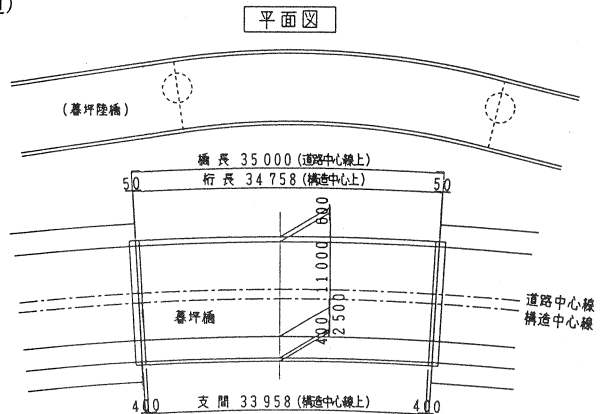
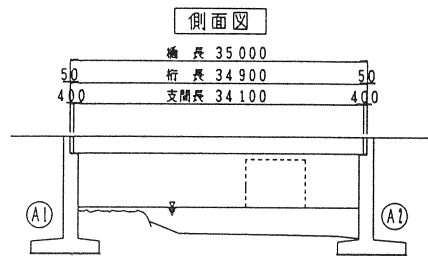


図-1 全体一般図

3. 塩害対策

本橋梁は厳しい環境条件下（塩害対策指針（案）で示す地域区分B・塩害対策区分Iの地域）に位置する橋梁であるため、上記「同委員会」等の指導により設計・施工及び使用材料に関して表-1に示す塩害対策を行った。

表-1 暮坪橋における塩害対策

項 目	対 策
構 造 形 式	塩分付着面積の少ない閉断面となるPC単純箱桁を採用
ひびわれ制御	縦方向はコンクリートのひびわれ制御のため、引張応力度を許容せずにフルプレストレスとし、横方向についてもひびわれ制御のためPC構造とした。（但し、架設時は -1.5 kgf/cm^2 以内）
鋼材のかぶり	外面から5cmを確保
鉄 筋	エポキシ樹脂塗装品を使用（SD295A）
P C 鋼 材	定着体を含む全てにエポキシ樹脂塗装品を使用 （縦方向PC鋼材：9S15.2mm, 横方向PC鋼材：3S15.2mm）
シ ー ス	硬質ポリエチレン製シースを使用
コンクリート配合	密実なコンクリートの必要性から、水セメント比4.5%以下・単位セメント量 330 kgf/m^3 以上・空気量6%を標準、設計基準強度 40.0 kgf/cm^2 早強を使用
型 枠	コンクリート表面の密実性を増すために透水性型枠を使用
支 承	ゴム支承及び防食アンカーを使用, ポリウレタン系樹脂で沓座周りの密封
高 欄	耐食性の高いセラミック塗装品を使用
排 水	橋梁部には排水装置を設けない
施 工 時 期	環境条件の悪い冬期間の施工は行わない
そ の 他	結束線、セパレーターを含むコンクリート内の鋼材は、全てエポキシ樹脂等で防錆処理を施したものを使用

上記、塩害対策の中で使用した主要材料の特長を以下に記す。

1) エポキシ樹脂塗装鉄筋

エポキシ樹脂塗装鉄筋は、均一性の塗膜により鉄筋表面で塩分等の腐食因子を遮断し、海水飛沫帯や凍結防止剤の散布されるような厳しい腐食環境においても、長期間充分な耐食性が確保されている。

2) エポキシ樹脂塗装PC鋼材及び定着体

本橋梁に使用したエポキシストランドPC鋼材（9S15.2, 3S15.2）はJISで規定しているストランドの表面及び素線間に、エポキシ樹脂を静電粉体塗装したもので、耐食性に優れている。また、表面にケイ砂を埋め込み、従来のPC鋼材と同等以上の付着性能がある。

定着体に関しても、PC鋼材と同様にエポキシ樹脂塗装品を使用した。（写真-1）

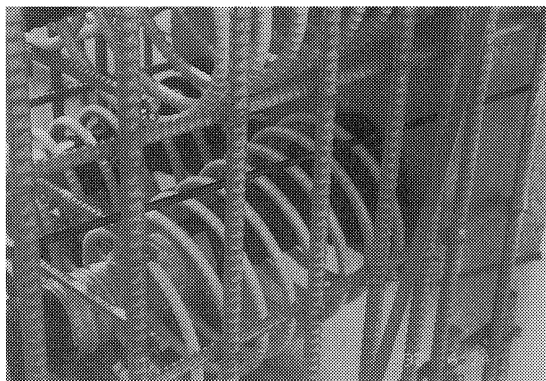


写真-1 エポキシ樹脂塗装定着体
（縦方向9S15.2mm用）

3) 硬質ポリエチレン製シース(耐食シース)

ポリエチレンは、軽い・錆びない・腐らないというプラスチックに共通の特性に加え、成型加工性に優れているため、複雑な形状の製品を作ることができる。また、酸やアルカリにも強く耐食性に優れている。

本橋梁で使用した硬質の高密度ポリエチレンは、剛性が大きく、強度もあることから施工性についても従来の鋼製シースと同様に扱うことができる。

シースの保持方法は、写真-2に示すように専用のインシュレーター(ポリエチレンのバンド)を使用した。

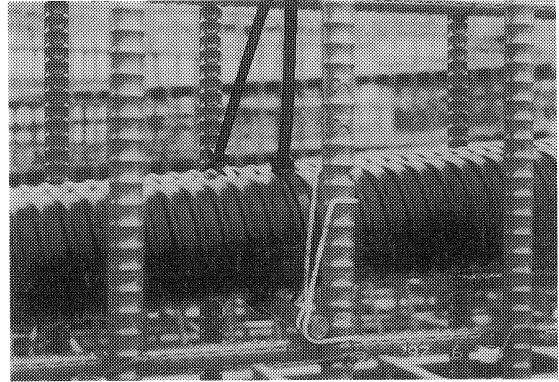


写真-2 硬質ポリエチレン製シース
及びインシュレーター

4) 透水性型枠(特殊型枠)

透水性型枠は、従来の密閉型型枠のせき板部分に多数の小さい穴を開け、特殊な織布を内張りした透水・通気性を有する型枠である。

この型枠を使用してコンクリートを打設すると、特殊織布の細孔とせき板の小孔を通して、コンクリート中の気泡や余剰水(ブリージング水)が型枠外に排出されるため、打ち上がりコンクリート表面の気泡アバタが少なくなり、しかも脱水による表層組織の緻密化でコンクリート構造物の耐久性向上が計れる。

尚、特殊織布はポリエステル系繊維を用いて織ったもので、厚さは0.7mm程度であり、せき板に開けた小孔は径5mm程度、間隔は縦横10cm程度である。

図-2に透水性型枠の概要を示す。

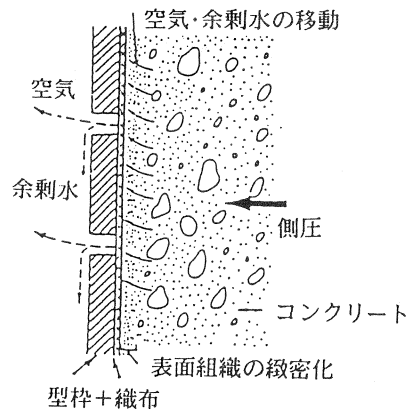


図-2 透水性型枠の概要

4. 施工概要

本橋梁の下を暮坪漁港所属の漁船が航行するため架設工法としては、施工性・安全性を考慮して押出し工法(集中方式)が採用された。

また本工事においては、架設期間中に航行する漁船に対する配慮、ならびに主桁製作時の打継目を少なくするため、A₁橋台後方の製作台上で作られた桁長34.9mの箱桁を、一括で押出す工法で行った。

本橋梁区間は、縦断・横断・平面線形とも変化区間であるため、主桁製作及び押出し軌道は、構造中心線をR=300mと仮定して行った。(線形とのずれは地覆水切り幅及び均しコンクリートで対処)

A₂橋台側から見た押出し施工中の暮坪橋を写真-3に、押出し架設要領図を図-3に示す。

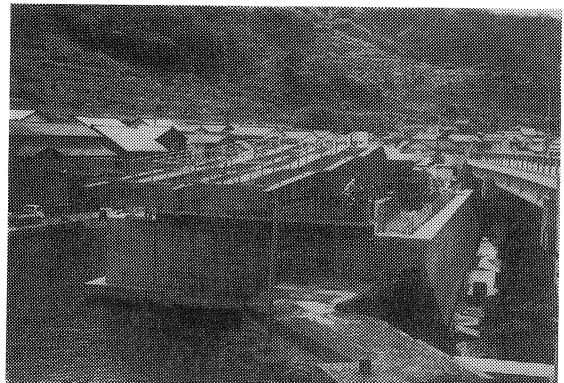


写真-3 A₂橋台側から見た
押出し施工中の暮坪橋

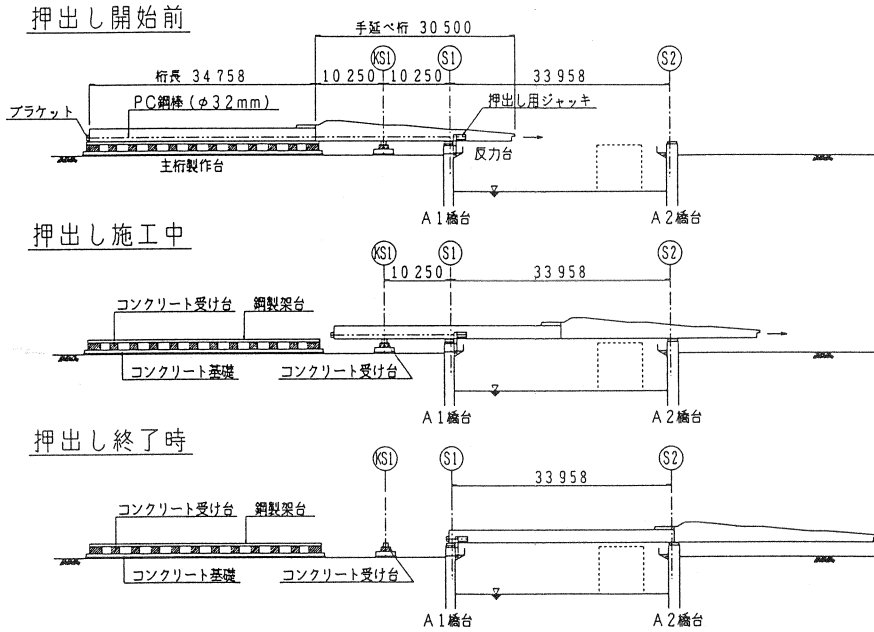


図-3 押し架設要領図

5. 施工手順及び作業内容 (図-4)

1) 主桁製作準備工

主桁製作台の作製、押し出し設備の設置、手延べ桁の組立などを行った。

主桁製作台は、押し出し時に主桁が移動出来る構造でなければならない。本工事においては、主桁製作台に設置した鋼製架台上のステンレス板と、その上に置かれたテフロン板とが滑ることによって、主桁を移動させた。

主桁製作台の作製状況を写真-4に、鋼製架台の構造を図-5に示す。

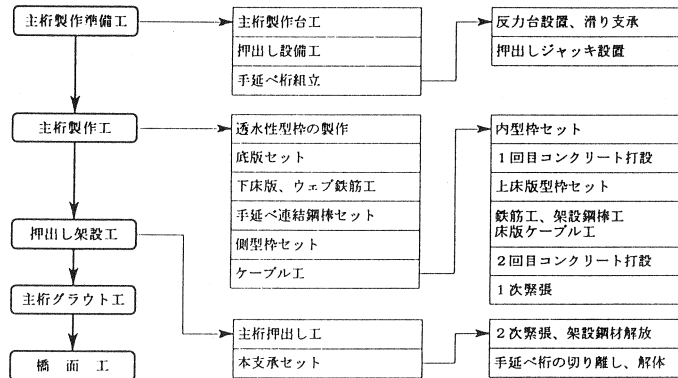


図-4 施工手順及び作業内容

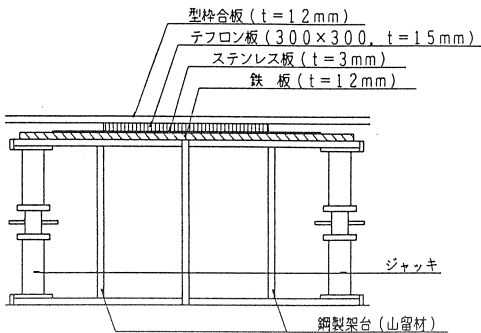


図-5 鋼製架台の構造

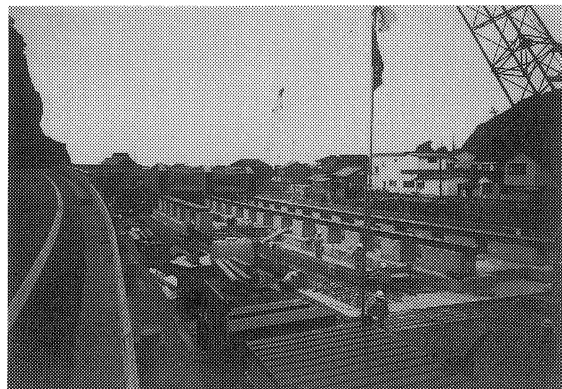


写真-4 主桁製作台の作製状況

2) 主桁製作工

主桁製作は、下床版・ウェブ部と上床版部の2回に分けてコンクリート打設を行った。塩害対策より、外型枠には透水性型枠を、鉄筋・PC鋼材及び定着体にはエポキシ樹脂塗装品を、シーすには硬質ポリエチレン製シーすを使用した。コンクリートは、設計基準強度400kgf/cm²早強で、水セメント比4.5%以下・単位セメント量330kgf/m³以上・空気量6%以下の配合とした。

上床版に配置するPC鋼材は、押し完了後撤去する事を配慮して、PC鋼棒(φ32mm)とシングルストランド(28.6m)を使用した。

3) 押し上架設工

押し設備配置図を図-6に示す。

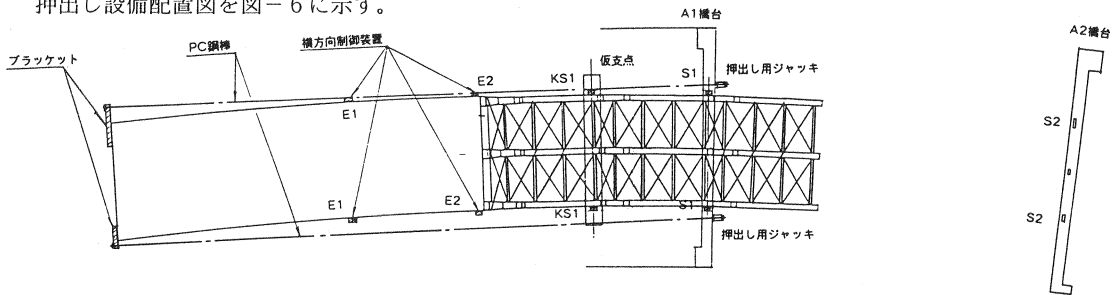


図-6 押し設備配置図

押しは、曲率半径R=300m一定の軌道で行った。横方向制御装置は主桁製作台部に2箇所(E1, E2), 仮支点部(KS1), A₁橋台部(S1), A₂橋台部(S2)の計5箇所に設置し、押しをスムーズに行い最終位置に主桁がセット出来るよう管理した。

押し1回当たりの主桁移動距離はL=400m~450mで最終押しまで130回の押し作業を繰返し行った。(1日の平均押し距離はL=13.6m程度で、押し日数は4日間)

主桁は、A₁橋台部の反力台に設置したジャッキと、主桁端部に設置したブラケット間のPC鋼棒を順次緊張することによって、前方に押し出した。

架設時重量は、主桁自重1015tと手延べ桁自重120tの計1135tであり、押し時の摩擦係数を考慮してA₁橋台部に200t油圧ジャッキを2台と、総ネジPC鋼棒φ32mmを片側2本配置した。

摩擦係数としては、初期移動時がμ=0.147であり、その後はμ=0.05~0.03程度まで変化した。本工事に於いては、製作台上で作製された主桁を一括で押し出したため、初期移動時の摩擦係数が大きかったと思われる。

押し上架設状況を写真-5に、摩擦係数の推移を図-7に示す。

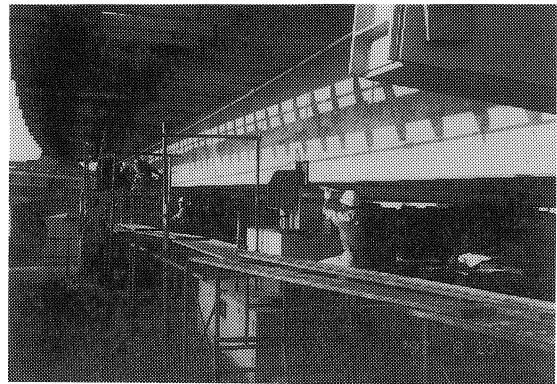


写真-5 押し上架設状況(KS1付近)

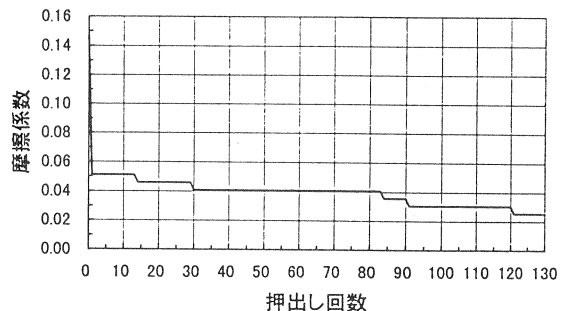


図-7 摩擦係数推移図

6. 暴露試験計画

暮坪橋においては、表-1に示すように様々な塩害対策を行ったが、今後の技術資料のためにも実寸モデルの供試体を作製し、暴露試験を行う計画を立てた。

暴露試験供試体を図-8に示す。

供試体を使用する型枠は、通常の化粧合板型枠と今回暮坪橋で採用した透水性型枠の2種類を用い、その他の材料(鉄筋、シース、コンクリート)に関しても実際の施工で用いたものと同様なものを使用した。

暴露試験としては、今後数年にわたり行っていく予定である。

試験内容を以下に記す。

- 1) 外観調査
- 2) コンクリートの中性化深さの測定
- 3) 供試体よりコアを採取し、電位差適用法による含有塩分量の測定

試験のフローチャートを図-9に示す。

7. おわりに

暮坪橋が架設された温海地区の橋梁は、環境条件が厳しく、塩害の損傷を受けている¹⁾。

平成3年10月には「国道7号塩害PC橋対策技術検討特別委員会」が設置され、塩害対策が行われてきた。

本橋梁は、上記委員会等の指導により設計・施工・使用材料に関して塩害対策がとられ、「塩害に強いPC橋」として新たに生まれ変わった。

架設方法も、押し出し工法では例の少ない一括押し出しを採用し、無事に平成9年11月工事を完了することが出来た。写真-6に完成写真を示す。

海岸線付近の構造物において、塩害対策は重要課題であり、今後同様な工事において暮坪橋が参考となれば幸いである。また、工事期間中ご指導ご協力頂いた関係各位に深く感謝申し上げます。

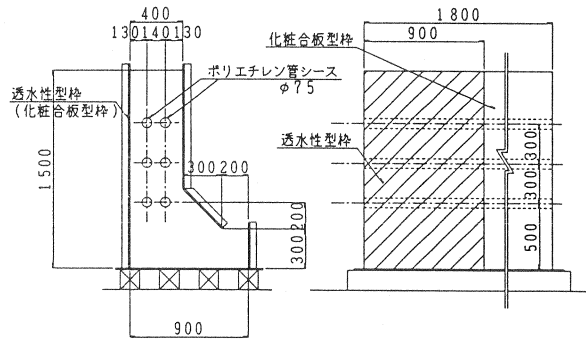


図-8 暴露試験供試体

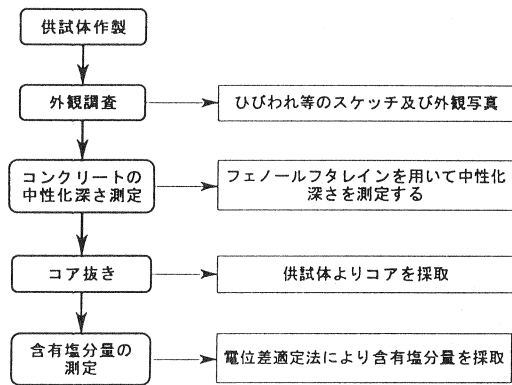


図-9 暴露試験フローチャート

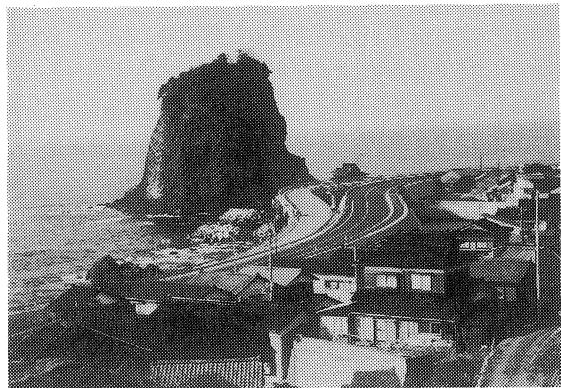


写真-6 完成写真

(左側が暮坪陸橋、右側が今回施工した暮坪橋)

参考文献

- 1) 西川 和廣, 見波 潔, 柏原 荘助, 山本 幹雄: 暮坪陸橋の塩害による損傷と対策 — ①過去の損傷および補修 —, 橋梁と基礎, 1993, 11