

(170) P C 斜π橋撤去工事に伴う外ケーブル補強工事報告

建設省 横浜国道工事事務所 澤 健男
 株木建設(株) 茨城本店 木野内謙一
 日本鋼弦コンクリート(株) 東京支店 正会員 丸井 俊介
 日本鋼弦コンクリート(株) 東京支店 正会員 ○ 上前田憲英

1. はじめに

本撤去橋は国道16号線保土ヶ谷バイパス（神奈川県）を跨ぐP Cポストテンション斜材付π型ラーメン橋で、付近のインターチェンジ新設に伴い、バイパス幅員を拡中するために既設橋を撤去することになったものである。撤去工事計画には、夜間通行止め時間を極限に短縮する重点課題のある中で、P C斜π橋の中央径間を鉛直材脚の付根部分で切断し、撤去・運搬・廃棄する工事である。切断した中央径間のP C中空床版桁は、両端支持の状態ではジャッキダウンするため単純桁として機能する必要があった。

P C斜π桁の主桁は三径間連続した桁であるため、主ケーブルP C鋼線も連続し、桁両端で定着している。このため主桁を切断することで主ケーブルP C鋼線も切断されることになり、主桁に導入されているプレストレスがどの程度残留しているかが大きな問題であった。

残留プレストレス量は、シース内に配置されたP C鋼線を防錆保護するための注入グラウト充填の施工性に大きく左右されるものである。このため事前にグラウト充填状況を確認できればよいが、容易に調査、確認及び推定できないのが現状であった。従って、P C中空床版桁を切断してみないと残留プレストレス量は判らないため、本工事においては安全をみて残留プレストレスは無視し、P C中空床版桁自重に対して必要プレストレスを、外ケーブルを使用し補強した。

本報告は、補強に対する設計施工そして撤去桁のプレストレス解放に対して変位・ひずみ計測を行い、補強外ケーブルによるプレストレス導入量を確認した計測結果を報告する。

2. 工事概要

工事名 : 今井1号橋撤去工事
 工事場所 : 横浜市保土ヶ谷区今井町地区
 発注者 : 建設省 横浜国道工事事務所
 構造形式 : P C斜材付π型ラーメン中空床版橋
 橋長 : 51.100 m
 支間 : 9.100 m + 32.400 m + 9.600 m
 全幅員 : 12.800 m
 補強方法 : P C外ケーブル SEE 工法F170

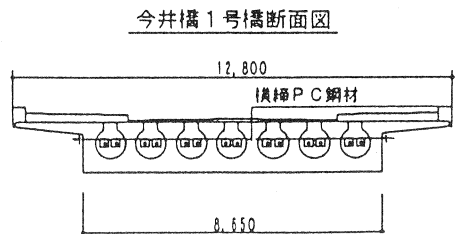


図-1 主桁断面図

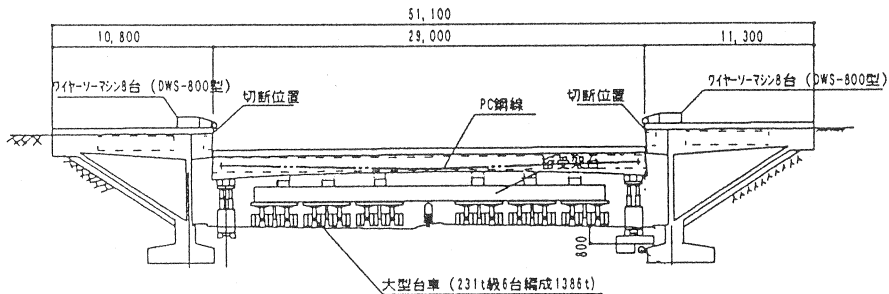


図-2 切断後ジャッキダウンによる桁降下

3. 外ケーブルによる補強設計の概要

3. 1 補強方法選定の経緯

PC斜πラーメン橋の中央径間切断中空床版桁に残留プレストレスが無いと想定した場合、中空床版桁には主桁下縁にはパーシャルプレストレス設計による引張鉄筋が配置されているだけである。中空床版自重の曲げモーメントに対して鉄筋量不足で抵抗できないためPC外ケーブルでプレストレスを導入して補強する必要がある。

補強方法には種々の方法が考えられるが、その一つに主桁側面又は底面に外ケーブルを配置し、両端に定着用ブラケットを設けてプレストレスを導入する案もあったが、大容量の引張力に対して定着用ブラケットの設置が不可能であった。そのため、本撤去工事においては施工性・安全性において最善の方法として、中空床版桁の円形ポイドを利用して橋軸方向に外ケーブルを配置し、定着部コンクリートを両端に打設し、中間にはPC鋼材の偏心を有効にとるためにデビエーター(偏向部)を設けてプレストレスを導入する方法とした。定着部コンクリートは緊張力に対してポイド面とのズレせん断の抵抗が完全なものでなければならない。このため定着部コンクリートの横方向にプレストレスを導入し、一体化を図った。

1) 主方向の補強設計

既設PCケーブル(内ケーブル)による残留プレストレスを、安全のため無視して検討を行った。外ケーブルによるプレストレス導入量は一時的な荷重状態の補強であるため、主桁下縁にひび割れ発生を許容し、 $\ominus 4 \text{ N/mm}^2$ 程度の引張応力が生じてよいこととした。

補強PCケーブル定着具として、クサビ式は撤去運搬時の振動による定着具のはずれ及びプレストレス解放時の難易性に問題があるため、解放が容易でセット量の無い圧着ネジ形式とした。定着具及びPC鋼材はSEE工法F170(7S15.2A)を採用し、次の3ケースについて応力検討を行った。

ケース1: PC中空床版桁自重に対し、単純桁として耐えられる補強プレストレス導入の検討

ケース2: PC斜π橋完成形状状態(中空床版切断前)において補強プレストレスを導入するため、オーバープレストレスの検討

ケース3: 切断後の2点単純支持から、運搬車上の多支点支持状態によるバックリングの検討

2) 横方向の補強設計

定着部コンクリートは、主桁と一体化することでプレストレスが導入されるため、ズレが生じないよう横方向にプレストレスを導入し、一体化を図った。定着具及びPC鋼材は主方向の補強と同様のものを採用した。

4. 外ケーブル補強の施工

図-3に施工方法のフローチャートを示す。

1) 補強外ケーブル定着部コンクリートの施工

- ①主桁内部の円筒型枠を定着部コンクリート部分のみ取外し。
- ②円筒型枠取外し終了後、打継ぎ面の定着部コンクリート部分のチッピング。
- ③チッピング終了後の清掃。
- ④既存コンクリート部に接着剤の塗布。
- ⑤日常管理試験を行い、ポンプ車にて定着部のコンクリート打設(膨張混和剤配合)。

2) デビエーター(偏向部)コンクリート施工

偏向部のシース高さは、曲げ加工したシースを用い、スペーサーにて設計計算書通りの高さにセットを行った。

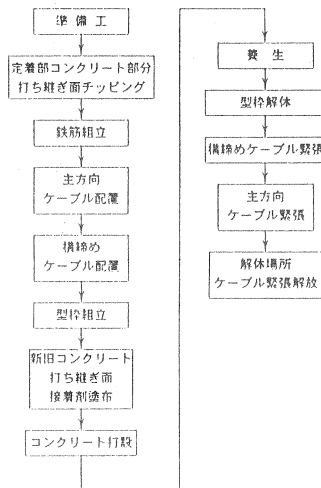


図-3 施工フローチャート

3) 補強外ケーブルの配置工

[主方向ケーブル]

① シースの配置

定着部のシースは、棚筋を配置し、結束線にて堅固に組み立てる。偏向部のシースはスペーサーを配置しセットを行った。

② ケーブルの配置

シースセット終了後、ケーブルを挿入し、両端部にアンカープレートとナットを取り付けた。ケーブルの挿入については、下図のようにPC鋼材のマンションにケーブルグリップを取り付けベビーウィンチにより挿入を行った。

[横締めケーブル]

① シースの配置

高所作業車を用い端部よりシースを挿入し、円筒型枠内でジョイントできるように加工し、挿入終了後、ジョイント部をビニールテープにより固定した。

② ケーブルの配置

シースセット完了後、高所作業車を用いケーブルを挿入し、両端部にアンカープレートとナットを取り付ける。ケーブルを挿入の際、シースを破損させたり変形させないように十分注意した。ケーブルの挿入についてはPC鋼材のマンションにケーブルグリップを取り付けベビーウィンチにより挿入を行った。

4) PC鋼線緊張作業

① プレストレッシングは、PC鋼より線F170

(7S15.2A) を14本配置し、有効引張力P_eが1本当たり1,177 KN、14本全体で16,475 KNとなる様に緊張力を定めた。

② 外ケーブルによる主桁橋軸方向へのプレストレス導入は、コンクリート製定着装置が主桁との一体化により導入されるため、ズレに対する検討を行った。その結果、PC鋼より線F170 (7S15.2A) を2本全体で2,354 KNとなる様に緊張力を定め、定着装置に橋軸直角方向へ横締めケーブルとした。

5) PC鋼線解放作業

PC中空床版桁を解体するには、プレストレス導入した状態で解体するのは危険であるため補強用PCケーブルを緊張解放しておく必要があった。解放順序は、主ケーブルから先に行い、横締めケーブルを進めた。主ケーブルの解放順序は、両外側ケーブルから内側方向に解放を行った。

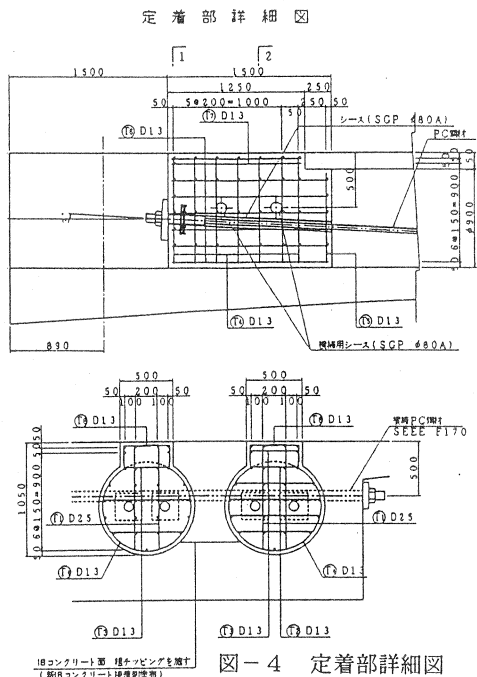


図-4 定着部詳細図

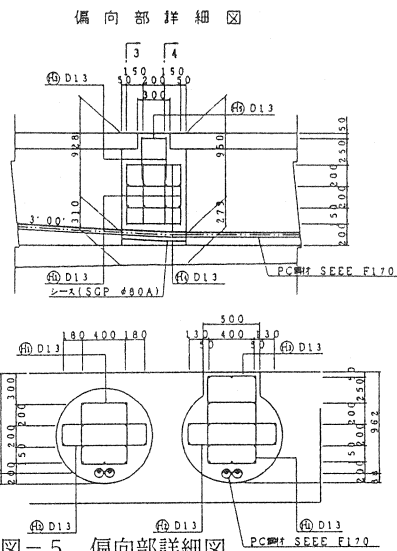


図-5 偏向部詳細図

横締め定着部詳細図

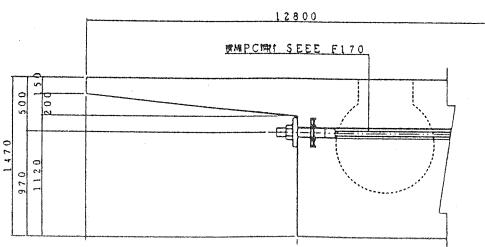


図-6 横締め定着部詳細図

5. 撤去桁の変位(たわみ)計測及びひずみ計測

1) 計測の目的

PC中空床版桁を切断した断面小口にはPCケーブルのシース、PC鋼線断面、グラウト充填状態を観察することができる。この観察により、残留プレストレスが明確に判断できる。グラウトが完全なものではPC鋼線の引込み量が全く生じていない。グラウトが不十分なケーブルは引込み量が発生している。引込み量を測定することにより残留緊張力を推定できるが、これらの残留プレストレスを切断前に推定することは困難なことであった。

このような状況の中で、今後における同様の撤去工事に対してどの程度の補強外ケーブルを主桁断面に導入しておけばよいかの判断資料としたいこと、及び補強外ケーブルによってプレストレスが計算値どおり導入されているのかを計測し、確認することを目的として実施した。

2) 計測の計画

PC中空床版桁に導入したプレストレスを解放することによって、桁コンクリート内部応力の変化及び変位測定し、計算値との比較をするため次の方法で計測を行った。

- ①ひずみの計測：コンクリートの応力変化を測定する。
- ②変位(たわみ)計測：プレストレス導入によるそり量がプレストレス解放により元に戻る量で推定する。

5. 1 計測データの分析

1) 変位(たわみ)計測結果の分析

補強PCケーブルを順次1本ずつ解放した結果 $\delta = 19.1 \text{ mm}$ の変位が発生している。この変位は補強外ケーブル計算値 $\delta = 19.6 \text{ mm}$ とほぼ同じであることから、補強外ケーブルによるプレストレス導入は理論どおりであることが変位計測で証明されたことになる。(図-7)

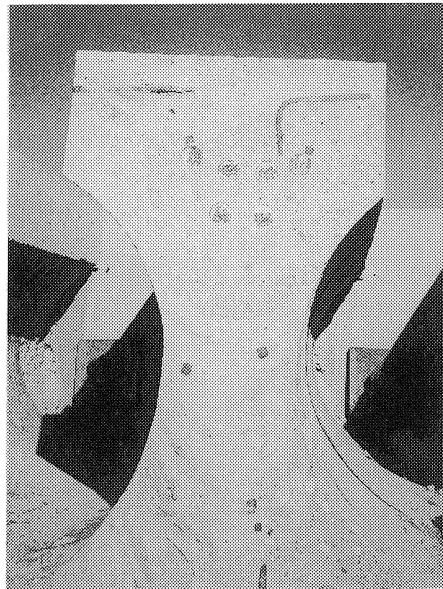


写真-1 主桁切断面

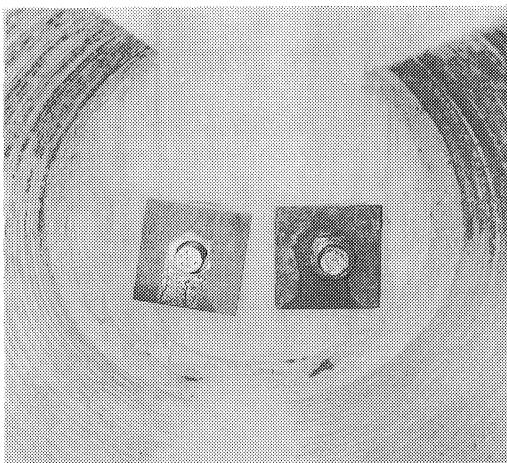


写真-2 補強外ケーブル定着

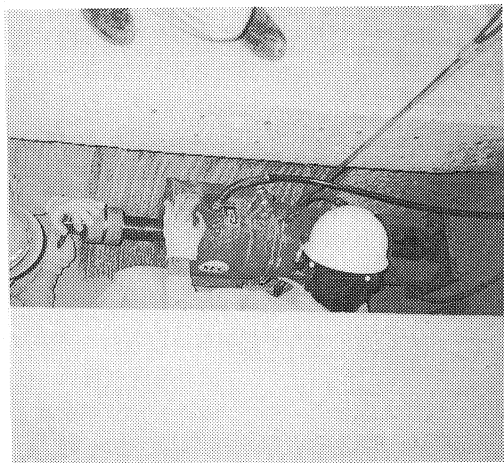


写真-3 補強外ケーブル緊張

2) ひずみ計測結果の分析

ひずみ結果を応力 (N/mm^2) に変換したグラフから、各主桁 (ウェブ位置) においてバラツキがあり、その原因を追求した結果、ひずみゲージ貼付位置に問題があった。ゲージ貼付位置を支間中央にしたため、その位置には横桁 (充腹断面) があり、断面形状が中空断面になっていないため S-2 桁以外は測定不能値のようなデータとなっている。横桁は斜角 ($\theta = 86^\circ$) 橋のため、斜に配置されているが、ゲージは橋軸に直角に貼付したため、横桁 (充腹断面) からはずれた位置となった S-2 桁のみが真の応力のデータとなったと考えられる。

以上のことから、応力においても計測結果を見ると、 $\sigma = 6.8 N/mm^2$ となっており、計算値 $\sigma = 6.2 N/mm^2$ とほぼ同じであることから、補強外ケーブルによるプレストレス導入は理論どおりであることが、ひずみ計測によっても証明された。(図-8)

計測計画図 S-1/30

断面図

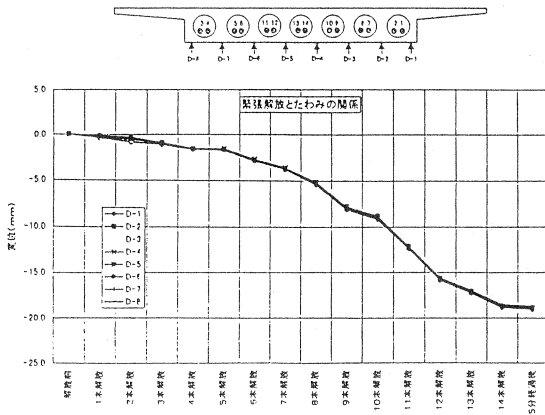
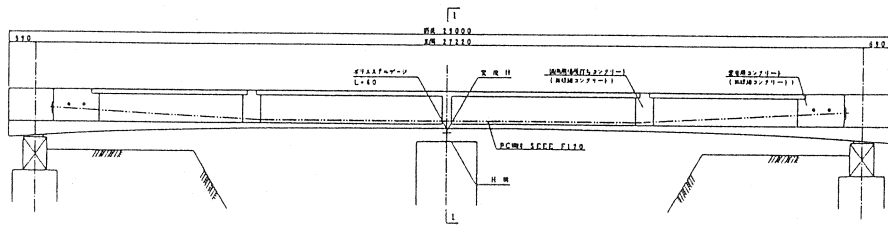


図-7 たわみ計測グラフ

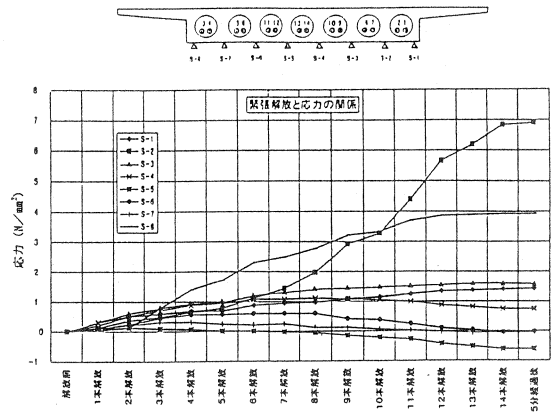


図-8 ひずみ (応力) 計測グラフ

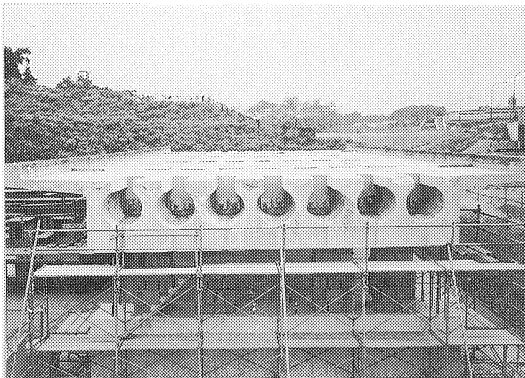


写真-4 撤去桁運搬後の仮置

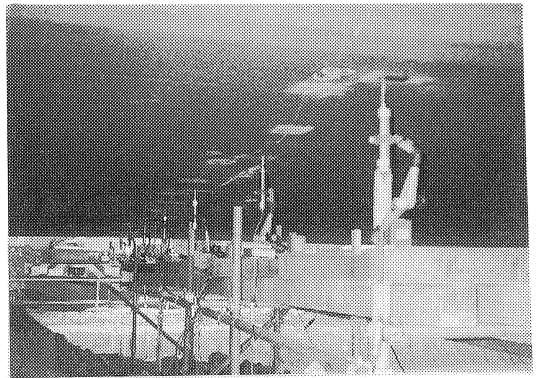


写真-5 変位、ひずみ計測

6. おわりに

PC斜材付π型ラーメン橋の撤去工事において、主桁の中央径間分を両端部で切断し、桁長を分割することなく撤去する方法は事例として少ない。本撤去工事の場合、主桁中央径間を一時的に単純桁状態で撤去運搬する方法を選定採用した理由は、下を通るバイパスの全面通行止め時間を極限に短縮する事に対して効果的な方法であると判断し、実施されたものである。

ここで課題となったことは、中央径間切断桁が単純桁状態において主桁曲げ応力の安全性に対して、既設PCケーブル切断後の残留プレストレス応力がどの程度考慮できるかが問題となった。それによって補強PCケーブルの必要本数に大きく影響するからである。

本撤去桁において切断後に調査した結果、既設主ケーブルPC鋼線(12-φ7mm)全48ケーブルのほとんどが完全であったが、健全なPC橋梁のグラウト充填度の調査報告が無いため単純に比較評価はできないが、推定したよりも良好であったと言える。

残留プレストレス量はグラウト充填の施工性によって大きく影響されるものである。ポストテンションの場合、シーとPC鋼材との間がグラウトで完全に充填されていることは、PC鋼材の錆の保護及び付着を確実にする上からも重要なことであり、PCグラウト充填の良否はグラウトの流動性、注入速度、注入路の勾配、摩擦抵抗、排気孔の有無等により決まるが、注入路の閉塞、注入忘れに起因することもあり、これらの事が施工時にどのような状況であったかを調査し、グラウト充填度の判断材料とすることができる。

本撤去工事において残留プレストレス量の推定に対し、その対策に時間的余裕がなく実施できなかったが、今後の課題として事前にグラウト充填度調査を行う必要がある。グラウト充填度を確認する方法を次に挙げる。

①非破壊検査方法：打音振動法、X線透過法、超音波法、赤外線映像法

②削孔によるシー内調査方法：打音振動法、ハンマー打撃法

これらの調査方法によりグラウトの充填度の確認を実施し、前述の施工状況も考慮に入れ、残留プレストレス量を推定することが重要である。

本撤去桁の補強として外ケーブルによってプレストレスを導入するが、桁自重が作用した時、桁下縁において 4 N/mm^2 程度の引張応力の発生を許容した。その理由として、桁自重が単純桁として作用するのは一時的な短期の荷重であるため、桁下縁にひび割れが発生してもよいという考えから決定したものである。一般にコンクリートの引張応力抵抗は、コンクリート圧縮強度の8%~10%である。主桁のコンクリートは $\sigma_{ck}=35 \text{ N/mm}^2$ であるが、実際は一般にそれ以上の強度がある。(コア採取し、圧縮強度試験を行えば明確になる。) これらを考慮に入れ、 $\sigma_{ck} \cdot 11\%$ の引張応力を許容することとした。

本撤去桁を切断後に調査した結果、グラウト充填が完全であればPC鋼線(12-φ7mm)の付着はプレテンション工法と同等の効果があることが判明した。計測結果においても補強外ケーブルによってプレストレスが計算値どおり導入されていることが立証できた。

今後の同種工事において外ケーブル補強を行う場合の参考になれば幸いに思う。

[参考文献]

- 1) (財)高速道路技術センター：外ケーブルを用いたPC橋梁の設計マニュアル 平成8年8月
- 2) (社)プレストレストコンクリート建設業協会：外ケーブル方式によるコンクリート橋の補強マニュアル(案) 平成10年6月
- 3) 日経BP社：日経コンストラクション (1999.8.27)、(1999.12.10)