

(101) 外ケーブルを用いたPC場所打ちT桁橋の補強(間々原高架橋)

(株) 富士ピー・エス 正会員 鎌田 英二

(株) 富士ピー・エス 正会員 ○ 八木 洋介

§ 1. はじめに

近年、流通産業の拡大とともに車両の大型化あるいは交通量の増大により、車両活荷重が既設道路構造物の設計活荷重を上回る。そのため平成5年1月に活荷重の見直しが行われ、既設道路構造物の耐力照査及び補強が現在行われている。

本報告に示す間々原高架橋は昭和40年代前半に施工されたプレストレスト・コンクリート橋(設計荷重TL-20)であり、新活荷重による照査を行った結果、曲げ耐力不足が判明したため補強をすることになったものである。補強方法は各種工法比較の結果、実績があり、将来のメンテナンスを考慮して外ケーブル工法を採用した。

以下に外ケーブルによる補強を行った間々原高架橋の設計・施工について述べる。

§ 2. 工事概要

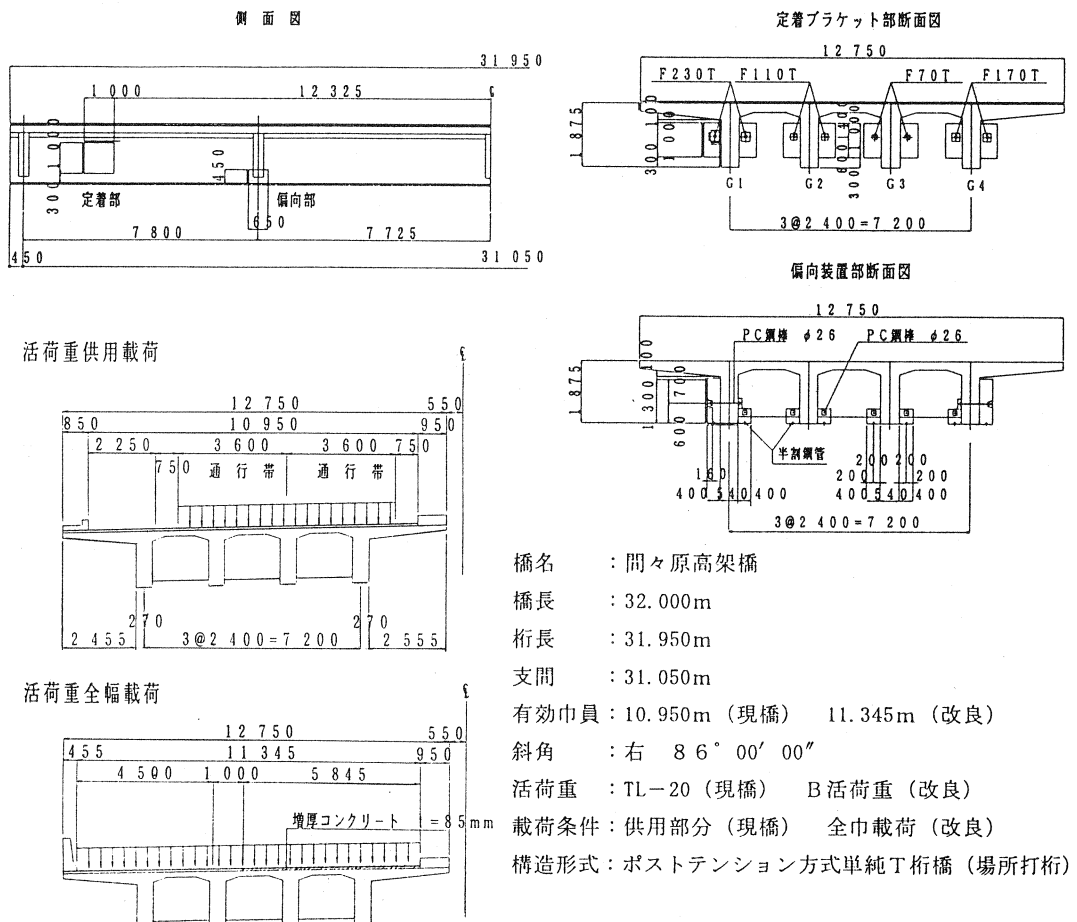


図-1

§ 3: 設計

3-1. 外ケーブルによるプレストレスの評価方法

耐力照査を行う際に、外ケーブルによるプレストレスの評価方法を決定する必要がある。現在、プレストレスの評価方法として①換算外力荷法②換算内力荷法③部材評価法<sup>2)</sup>が提案されており、いずれもその結果に差異はないが、今回の設計は荷重作用による外ケーブルの張力変化や、コンクリート部材のクリープ・乾燥収縮の影響を解析できる、部材評価法を選定することとした。

構造モデルを図-2に示す。

プレストレスの計算は定着部分の摩擦や角変化によるプレストレスの損失を考慮するが、この摩擦係数は表-1<sup>2)</sup>を参考にした。(PE管を使用)なおPC鋼材応力の変動が少ないと判断されたため、0.6 $\sigma_{py}$ を初期導入プレストレスとして検討した。

3-2. 曲げモーメントに対する設計

曲げモーメントの算出は格子解析により行った。活荷重の荷重範囲が当初設計で供用部分となっており、将来を考慮して全巾に荷重すると、予想以上の曲げモーメントが発生する。表-2、図-3に曲げモーメント一覧を示すが、最も増加量の多いG1桁で約3割増となる。このため必要プレストレスは大きくなり、当初予定していた外ケーブル径よりも太いケーブルが必要となったため経済性・施工性の悪化が懸念された。

なるべく外ケーブルの重量を減らすという経済性と中桁の外ケーブル配置は人力でしかできないという施工性から選定した外ケーブルを表-3に示す。

その結果、最も太くて重いケーブルが外桁側に配置されることとなったが、現場の条件によりウィンチで配置することができた。また中桁の外ケーブルは外桁に比較して軽いケーブルとすることで人力で配置できるようになった。

3-3. せん断に対する検討

せん断の検討は通常の内ケーブル方式と同様に外ケーブルによる鉛直分力をせん断力に考慮して計算を行った。

その結果斜引張応力度等すべて許容値以内となり補強の必要はなかった。

3-4. 定着ブラケットの設計

外ケーブル定着部は、コンクリート製ブラケットとし既設桁のウェブにPC鋼棒を用いて連結する構造(図-4)で、プレストレスによる接合面の摩擦抵抗力でケーブル緊張力を主桁に伝達する様にした。

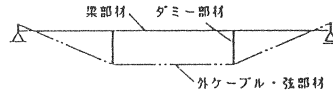


図-2 部材評価法

表-1 PC鋼材と保護管との摩擦係数

	$\mu(1/\text{rad})$	$\lambda(1/\text{rad})$
鋼管	0.30	0.004
PE管	0.15	0.004

表-2 曲げモーメント

	(t. m)			
	G1	G2	G3	G4
供用荷重	981.5	808.41	840.1	1081
全幅荷重	1296	937.96	888	1156

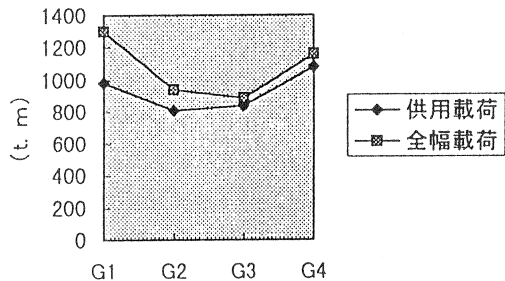


図-3 曲げモーメント比較図

表-3 ケーブルの種類

	G1	G2	G3	G4
供用荷重	F110T	F70T	F70T	F110T
全幅荷重	F230T	F110T	F70T	F170T

計算には後施工アンカーのせん断耐力等は期待せず、PC鋼棒の緊張によるプレストレスのみを考慮して行った。接合面の摩擦係数は、接合面を目荒らしした場合の $\eta=1.0$ (ACI基準)を0.8(東京高架橋の実績)とし、定着ブラケットの重要度を考慮して安全側の設計とした。<sup>4) 5)</sup>

3-5. 外ケーブルの振動

外ケーブルと構造物の振動に対する固有周期が近いと両者が共鳴し、繰り返し応力が発生することで耐久性に悪影響を及ぼすため、固有周期を個々に計算した。その結果、前者と後者の固有周期は離れているため問題ないと判断し、制振に対する特別の処置は行わなかった。<sup>2)</sup>

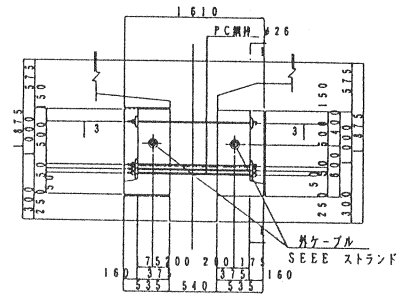


図-4 定着ブラケット

§4. 施工

4-1. X線レーダー探査

定着ブラケット・偏向部を施工する時に既設桁のウェブに穴を明けなければならないため、施工前に既設桁内のPC鋼材・鉄筋の探査を行った。

探査は非破壊検査法で実績のあるX線撮影方式とレーダーによる方式との2種類で行い、削孔時に既設桁内の鋼材を傷つけないように十分注意を払った。

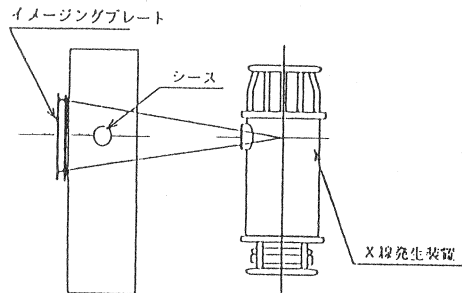


図-5 X線探査

4-2. 定着ブラケット・偏向具の施工

X線・レーダー探査を行った後に定着ブラケットおよび偏向具締付用PC鋼棒を通す穴の削孔は、ダイヤモンドコアカッターを使用して外径5cmの穴とした。

コンクリート製定着ブラケットは、現場打ちとしたが既設床版とのすき間が少なく施工性が懸念されたため検討を行った結果、AEコンクリートでも十分に打設・締固めができると判断し、特に流動性への配慮は行わなかった。

その結果、施工空間が狭い事から若干の締固め不足があり、今後は流動性を考慮し、施工性を改善すべきである。

4-4. 外ケーブルの配置

重量の大きな外ケーブル(F230T, F170T)は、人力での配置が困難のためウインチにより引き込み配置することにした。作業要領を図-7に示す。

中桁に配置する外ケーブル(F110T, F70T)

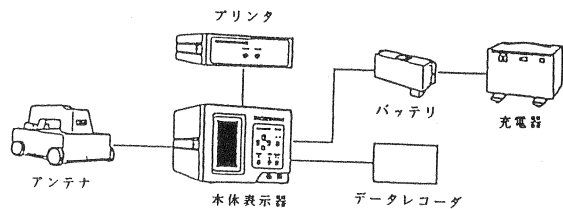


図-6 RCレーダー探査

表-4 コンクリート配合

配合	35-8-25H W/C=48.2%	
セメント	346	kg/m <sup>3</sup>
水	167	kg/m <sup>3</sup>
砂	693	kg/m <sup>3</sup>
砂利	1057	kg/m <sup>3</sup>
混和剤	3.685	g/m <sup>3</sup>

は機械作業ができないこともあって人力で配置した。

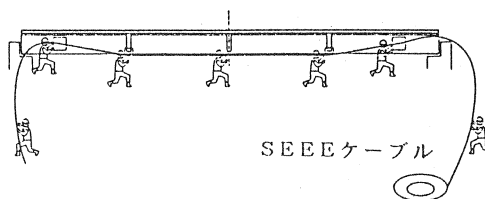
#### 4-5. プレストレスの導入

プレストレスの導入は最も太径のSEEケーブルを緊張できるジャッキとポンプにより行い、設計計算に基づき必要なプレストレスを各桁に与えた。作業は①緊張ジャッキのセット②偏向部スライドプレート of the セット③ケーブルサグ取り④緊張という順序で行った。

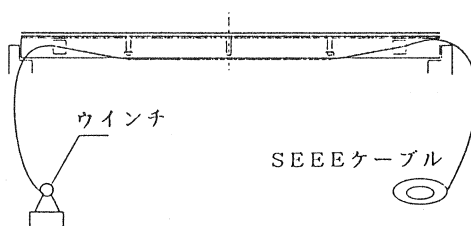
所定のプレストレスが導入されているかの確認は、緊張ジャッキのマノメーターの読みとPC鋼材の伸び及び主桁のそり量の管理によった。

#### 4-6. 定着具の防錆

外ケーブルでは、定着具の防錆が重要なため今回は、斜張橋の定着部の防錆で実績のあるウレタンを使用した。このウレタンは人力で注入ができ、可使時間も妥当で使い勝手は良い。



人力による配置



ウインチによる配置

図-7 ケーブル配置要領

### §5. おわりに

今回のPC場所打ちT桁橋の補強工事では、経済性・施工性を損わずに業務を完了することができた。

道路構造物、特に橋梁の補修・補強工事は社会資本の寿命を延ばすという面からも今後増加するものと考えられる。現在この種類の工事に対する設計・施工及び積算基準が確立されていないため、各請負業者によりいろいろな方法で工事が行われている。

品質確保のためにも、早急な外ケーブル補強工法のマニュアル整備が望まれる。

この報告書がプレストレスト・コンクリート橋の補強工事の参考に少しでも役に立てば幸いである。

熱筆に当りご指導をいただいた上司、諸先輩方に深く感謝いたします。

### 参考文献

- 1) (社)プレストレスト・コンクリート建設業協会：PC橋の新しい構造事例に関する研究報告書(外ケーブルの有用性及適用に関する調査検討)分冊資料、1993. 3月
- 2) 秋元・山懸・荒川：外ケーブル方式PC構造物の設計・施工ガイドライン、新しいPC技術の実用化-第22回PC技術講習会-、1994. 2月
- 3) 一樹・伊藤・金森・内藤・佐藤・後藤：外ケーブル方式PC構造物の現況(実施例)、新しいPC技術の実用化-第22回PC技術講習会-、1994. 2月
- 4) 酒井・遊佐・柳・吉田：RC2径間連続箱桁橋の補強工事、プレストレスト・コンクリートVOL37、No6、P33~P41、1995. 11月
- 5) 日本道路公団：車両大型化に伴う橋梁構造物の補強・補修マニュアル(案)、1994. 6月