

I-33

外ケーブルを用いたPC床版橋の補強について

パシフィックコンサルタンツKK 正 員 藤本 吉一
 北海道開発局 開発土木研究所 正 員 谷本 俊充
 北海道開発局 開発土木研究所 正 員 岩淵 武
 北海道開発局 開発土木研究所 正 員 佐藤 昌志

1. はじめに

コンクリート橋の補強方法として外ケーブル補強は、補強後に作用する外力に有効に作用するだけでなく、既存の応力状態をも改善することが可能である。また、補強工事も比較的簡易で、施工費も安価である等の長所を有している。しかし、従来は定着装置の取付けが比較的容易で、なお且つ安全性の高いT桁橋や箱桁橋に用いられるのが一般的であった。

一方、実際に補強が必要となる橋梁の中でT桁橋または箱桁橋以上に用いられている床板橋については定着部の定着方法等が困難である等の理由により外ケーブル補強の適用が見送られてきた。しかし、前述したように外ケーブル補強の有効性を考慮すると比較的支間長が短く、橋数も多い床板橋に適用することは橋を維持管理していく上で有効な手段となる。

本報告では、外ケーブル補強を床板橋に用いる場合の設計に対する考え方を実験結果¹⁾等を参考として提案するものである。

2. 設計概要

図-1 に外ケーブル補強の設計フローを示す。

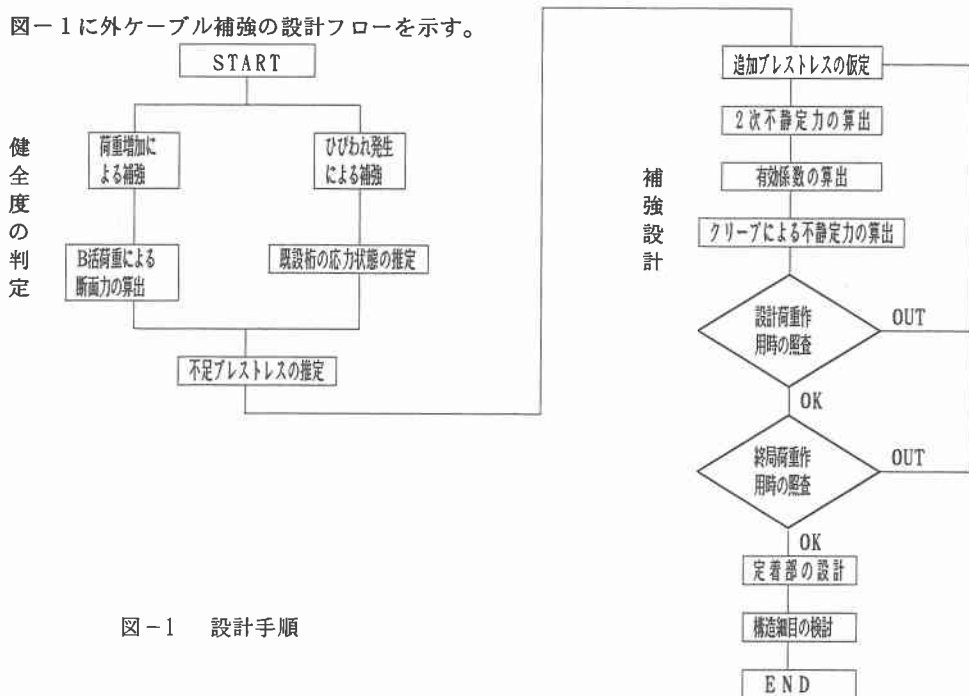


図-1 設計手順

Design method of PC out cable strengthening method applied on concrete slab bridge
 by Yoshiichi FUJIMOTO, Toshimitsu TANIMOTO, Takeshi IWABUCHI and Masashi SATOH

外ケーブル補強の設計は、事前の調査により不足プレストレス力を求め、必要な外ケーブル形状を仮定して各状態での安全性を照査するものとする。また、不静定構造物に外ケーブル補強を用いる場合には、2次不静定力に対する検討を行うものとする。

3. 補強桁

(1) 設計荷重時

外ケーブル補強の場合の応力分布は、図-2に示すような応力状態となると考えられる。したがって、設計荷重時においては通常のプレストレス桁として設計しても問題ないと考えられる。

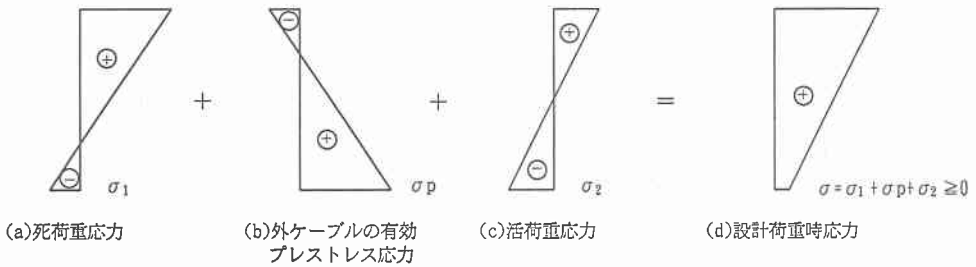


図-2 外ケーブル補強時の応力分布

しかし、既存のPCケーブルが健全な状態で活荷重の増加等に対して外ケーブル補強を行うような場合には、外ケーブルの導入プレストレス力によりいわゆる後死荷重に相当する舗装部または調整コンクリート部には引張応力が発生することを考慮する必要がある。

(2) 終局荷重時

外ケーブルは、コンクリートと付着がないため、平面保持の法則が成り立たない。したがって、容易に外ケーブルを用いた場合の終局耐力を求めることが困難である。そこで、床版橋に外ケーブル補強を用いた場合の終局耐力を式(1)により推定するものとする。

$$M = M + K(M' - M) \quad (1)$$

ここで、

M : 追加プレストレス導入後の既設桁の破壊抵抗曲げモーメント (tf・m)

M : 追加プレストレス導入前の既設桁の破壊抵抗曲げモーメント (tf・m)

M' : 外ケーブルを既設桁の内ケーブルと同じ付着があるものとして算出した場合の既設桁の破壊抵抗曲げモーメント (tf・m)

K : 外ケーブルにより既設桁を補強した場合の補強効果に対する有効係数。

式(1)は、外ケーブルによる補強効果を有効係数を用いて評価しようとするものであり、実験¹⁾の結果から有効係数 K は、0.7として設計するものとした。

ここで、外ケーブルに導入される有効プレストレス応力が小さいと桁の終局時でも外ケーブルが降伏ひずみまで達しない場合が考えられる。このような場合、終局時の破壊抵抗曲げモーメントが小さくなり有効係数 K は、0.7以下になる場合もあるとの指摘²⁾もあるため、導入プレストレス力の下限値を設定する必要があると考えられる。

4. 定着部

(1) 設計の考え方

外ケーブル補強では、外ケーブルに付着がないため、外ケーブルを安全にまた確実に既設桁に定着するこ

とが重要な要素となる。従来の外ケーブル補強でも統一された考え方は、まだ確立されていないのが現状である。

T型桁や箱桁では、鋼製またはコンクリート製の定着装置をウェブを貫通させてアンカーボルト等で定着させている。その場合の抵抗機構に関する考え方も定着装置と既設桁のコンクリートとの間の摩擦力による場合や、コンクリート間のせん断伝達力により定着している場合がある。しかし、いずれの場合もウェブを貫通させたP C鋼棒等により定着装置に支圧力をかけることを原則としている。

床版橋では、定着のためにアンカーボルトを貫通させることも可能である。しかし、定着装置に支圧力を与えるためには図-3に示すような対策が必要となる。この場合、ボルトが桁上に飛び出す等の問題がある。したがって、ここではアンカーボルトを途中定着して定着装置を既設桁に取り付ける構造を用いるものとする。(図-3参照)

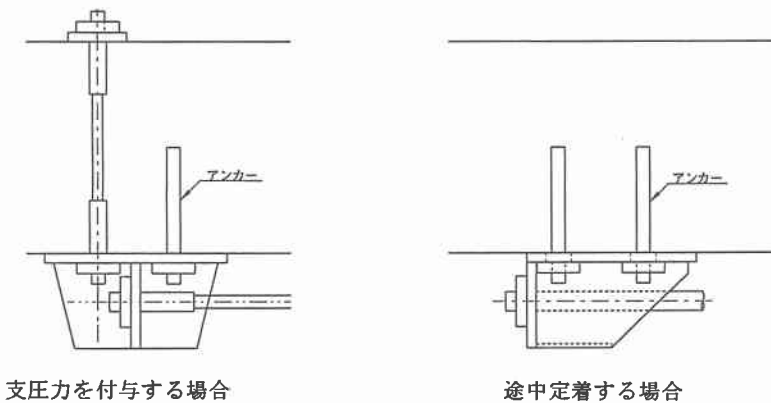


図-3 床版橋での定着方法

アンカーには、外ケーブルによりせん断力と偏心モーメントによる引抜き力が作用する。そのため、これらに対して安全であるように設計する必要がある。ここでは、主に終局荷重時の設計法について示す。

(2) せん断力

照査荷重は、外ケーブルの降伏荷重とする。アンカーのせん断耐力は、鋼材のせん断耐力により決定させるため、コンクリートのせん断耐力を十分確保するようにアンカーの最小埋込み長を 10ϕ （ここで、 ϕ ：アンカー径とする。）とする。したがって、アンカーのせん断耐力は、鋼材のせん断耐力から求められる許容せん断耐力 Q_a から式(2)を満足するようにアンカー本数、使用径を決定するものとする。

$$n = T / Q_a \quad (2)$$

ここで、 n ：外ケーブル一本当たりの必要アンカー本数

T ：外ケーブルの降伏強度(kgf)

Q_a ：アンカー一本の許容せん断力(kgf)

(3) 引抜き力

アンカーに作用する引き抜き力は、定着装置が十分剛性があるものとする、定着装置底面をRC断面と仮定して、外ケーブルによる偏心モーメントを作用させた場合の引張側鉄筋に作用する引張力として求めるものとする。(図-4参照)

これに対して、アンカーの引き抜き耐力は式(3)により求めるものとする。

$$P_s = A_s' \cdot \sigma_{s,s} \quad (3)$$

ただし、 $P_s \leq P_{s1}$

$$P_{a1} = \tau_a \cdot \pi \cdot d \cdot l$$

- ここで、 P_a : アンカーの引き抜き耐力(kgf)
 P_{a1} : アンカーの付着力より求められる引き抜き力(kgf)
 A_s' : アンカーの有効断面積(cm^2)
 σ_{sa} : アンカー筋の許容引張応力度(kgf/cm^2)
 τ_a : アンカー筋の許容付着応力度(kgf/cm^2)
 d : アンカー径(cm)
 l : アンカーの埋込長(cm)

引き抜き力に対する安全性は、式(4)により照査するものとする。

$$P \leq P_a \quad (4)$$

(4) 施工

床版橋では、一般にプレキャスト桁が用いられる例が多い。プレキャスト桁ではPC鋼材のかぶりまたは間隔が一般に小さく、図-5に示すようにアンカーを設置する位置が限られる場合が多い。

したがって、アンカーの設置位置は、桁間に配置するものとする。一般に桁間には隙間があるため、アンカー設置時に桁間の隙間も同時に間詰め材等を充填するものとする。

また、アンカー孔は貫通させ、アンカーの定着材を完全に充填させるものとする。この時既設のPC鋼材を傷つけないように十分留意して削孔する必要がある。

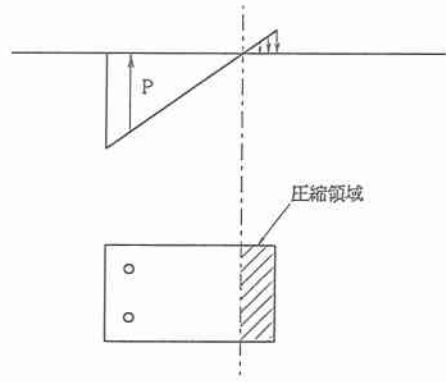
5. まとめ

以上、本報告では実験で得られて成果をもとに床版橋に外ケーブル補強を用いる場合の考え方について説明した。床版橋の場合、本文でも示したように定着装置の取付方法が重要な項目であり、ここでは、途中定着した後打ちアンカーを用いる場合について示した。

しかし、今後アンカーの耐力に対してより明確にするため、アンカーに関する実験等を行う必要があると考えられる。

参考文献

- 1) 金子他：外ケーブルを用いたPC床版橋の補強について、土木学会北海道支部論文報告集、1996
- 2) 津野他：外ケーブルによるPC桁の補強効果に関する研究、プレストレストコンクリート、Vol. 34, No. 1, Jan, 1992



P : アンカーに作用する引張力 (kgf)

図-4 アンカーに作用する引き抜き力の求め方

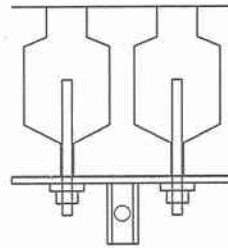


図-5 アンカーの設置