

鋼桁と床版の合成度に配慮する外ケーブル補強設計法

酒井鉄工所	正会員	武藤 和好	近畿大学理工学部	正会員	東山 浩士
富士ピー・エス	正会員	鈴木 真	オリエンタルコンサルタンツ		中山 元
日本構造橋梁研究所	正会員	小坂 崇	大阪大学大学院	フェロー	松井 繁之

1. まえがき

近年、設計活荷重の改訂、高遮音壁の添加を代表例とする後死荷重の増大、損傷や腐食に伴う供用荷重の低下などに起因して、既設鋼道路橋の耐荷性向上が求められている。鋼材追加による断面増強工法では、部材自重が増加し、そのうえ活荷重などの後荷重分の応力度にしか効果を発揮しない。これに比べて、外ケーブルを用いてプレストレスを導入する補強工法は、自重および外力によって部材に発生する断面力と反対符号の断面力を導入するため、死荷重分も含めた応力度状態を抜本的に改善することができる。

外ケーブルによる補強では、外力やプレストレス力によって主桁や床版に導入される応力度が主要な設計項目である。ただし、合成桁あるいは非合成桁の別に関係なく、鋼桁と床版を連結する結合材（ずれ止めやスラブ止め）の効果を配慮し、かつ、その強度照査を実施することが必須事項である。本文では、鋼桁と床版の合成度を考慮し、結合材の強度照査を取り入れた外ケーブル補強設計法を提案する。

2. 補強設計の手順

既設鋼桁橋にプレストレスを導入する場合、一般にケーブルは鋼桁部に定着され、導入された軸力は結合材を介して床版に伝達される。

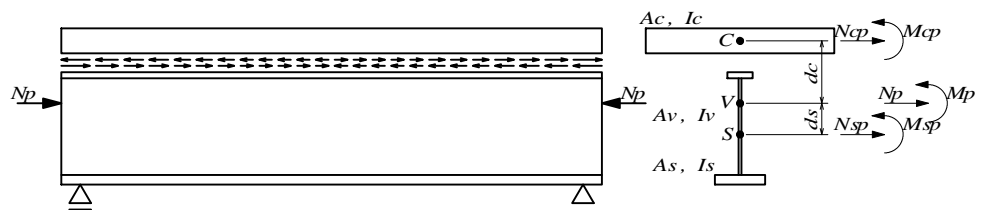


図1 外ケーブルプレストレスによる水平せん断力の発生

結合材に作用する水平せん断力の概念を図1に示すが、この水平せん断力に対する結合材の照査が不可欠である。また、特に補強対象が非合成桁橋の場合は、導入軸力と断面の発生応力度の関係に注意する必要がある。スラブ止めの合成効果を無視し、鋼桁のみをプレストレス力に対する有効断面と仮定して応力計算を行うと、必要プレストレスを確保するために導入するケーブル張力の施工値が設計値よりも過大となり、その結果、スラブ止めが破断して床版が鋼桁から遊離したり、鋼桁に座屈が生じる恐れがある。さらに、合成度の評価は、ケーブル張力の損失量算定にも影響を及ぼす。このように、結合材の安全性照査、部材断面の応力度評価という2点から、鋼桁と床版の合成度を無視した補強設計は成り立たないといえる。

この2点を考慮に入れた補強のフローチャートを図2に示す。結合材の照査がNGの場合には、ずれ止め増設の可否を検討する。ずれ止めを増設する場合には合成度の再設定も含めた諸検討を行い、主桁の復元設計（現状確認計算）結果を補正したうえで、外ケーブル補強設計を再度実施する。つまり、鋼桁と床版の合成度は、復元設計と有効プレストレス量算定の両方の計算に大きく関連していることに注意を要する。

3. 結合材の照査方法

(1) あらかじめ設定した合成度を用いて、結合材に作用する水平せん断力を算出する。完全合成と仮定した場合には、式(1)および(2)によって単位長さあたりの水平せん断力 H_{pr} が算定できる¹⁾。ここで、 a は主桁間隔であるが、主桁支間長 L の $1/10$ よりも大きい場合には、 $L/10$ を用いる。

$$N_{cp} = \frac{A_c}{nA_v} N_p - \frac{A_c d_c}{nI_v} M_p \dots\dots\dots (1) \qquad H_{pr} = \frac{2N_{cp}}{a} \dots\dots\dots (2)$$

Keywords：外ケーブル，プレストレス，合成度，結合材，水平せん断力

連絡先：〒590-0831 大阪府堺市出島西町 3-1 (株)酒井鉄工所 Tel:0722-44-1521 / Fax:0722-45-3626

(2)ずれ止め(スタッド)のせん断強度は、ずれに関する限界強度 $Q_c^{(2)}$ を用いる。ただし、許容応力度設計法による場合には、 Q_c を安全率 1.7 で除して、作用水平せん断力と比較する。

(3)スラブ止め(16 x600)のせん断強度は、スタッド(19 x120)の約 1.7 本分という静的押抜き試験結果³⁾を用いる。ただし、スタッドよりも疲労強度が劣る点を考慮して、前記の静的強度より若干小さい値を用いるのが望ましい。

4. 弾性合成の取り扱いをする場合の補正

主桁を弾性合成桁として扱う場合には、完全合成として算出した軸力、水平せん断力およびたわみを、不完全合成効果による低減率および増加率を用いて補正する方法⁴⁾が有効である。

ずれ止めの増設に伴って合成度を再設定したとき、復元設計結果の補正を行う。たわみの補正值が復元設計時の値と大きく異なる場合には、合成度、つまり主桁の剛性を変更した断面力計算の再実行が必要になる。そのため、復元設計の段階で数ケースの格子解析を実施し、主桁剛性の変化が断面力に及ぼす影響をあらかじめ把握しておくのも、繰り返し計算に伴う格子解析の再実行を省略できるという点で有効である。

5. 結論

鋼桁と床版の合成度を適切に評価し、これに基づいたプレストレス算定や結合材の安全性照査は合理的な外ケーブル補強に不可欠である。また、復元設計の段階で合成度を考慮することは、既設橋の補強設計全般においても理想的な評価手法であるといえる。なお、実橋諸元を用いて、ずれ止め照査の試算を実施中である。謝辞

本研究は、「(財)災害科学研究所 / 鋼橋の外ケーブル補強研究会(大阪大学大学院教授・松井繁之委員長)」における活動の一部である。貴重な意見を戴いた主査・委員各位に感謝します。参考文献

- 1)東山：外ケーブルを用いたプレストレスによる合成桁橋コンクリート床版の力学性状向上に関する研究，大阪大学学位論文，1999。
- 2)土木学会：鋼構造物設計指針 PART B 合成構造物 [平成9年度版]，鋼構造シリーズ B，1997。
- 3)平城，松井，武藤：柔な合成作用に適するスタッドの開発，構造工学論文集，Vol.44A，1998。
- 4)中島，溝江：不完全合成桁の不完全度の簡易推定法，土木学会論文集，No.537/I-35，1996。

図2 合成度に配慮する外ケーブル補強フローチャート

