

V-200 外ケーブルによる既設コンクリート橋梁の補強設計法

埼玉大学大学院 学生会員 新津正義
 同上 学生会員 Aravinthan, T.
 埼玉大学工学部 正会員 睦好宏史
 ショーボンド建設 正会員 曳村俊貴

1. はじめに

道路構造令の改正による設計荷重の変更や経年変化による老朽化すなわち耐力の低下にともない多くのコンクリート橋梁に対して補強が行われている。補強工法の中でも施工例が増えてきたものに外ケーブルを用いた補強が挙げられる。しかしながら外ケーブル工法の場合、補強に必要な外ケーブル量を簡易に求める設計法が確立されていないのが現状である。そこで本研究では埼玉大学により提案された外ケーブル式PC部材の曲げ耐力算定式⁽¹⁾をもとにして設計図表を作成し、容易に外ケーブルにより補強設計を行う手法を提案した。

2. 曲げ耐力算定式

2.1 提案式

外ケーブル式PCはりの曲げ耐力を考える際に問題となるのが、断面と外ケーブルに付着が無い場合終局時の曲げ耐力をどのように評価するかである。外ケーブル式PCは終局時にボンド式PCに比べ緊張材の応力増加が小さくなることが知られている。またケーブル有効高さが部材変形にともない変化する。そこで著者らは精算法⁽²⁾及び数多くの実験データから、ひずみ低減係数、有効高さ低減係数を定義し、次のような終局時における緊張材応力($f_{ps,e}$)を求める算定式を提案した。終局時の緊張材応力が求めれば通常の曲げ理論から曲げ耐力の算定が可能になる。

$$\Omega_u = \frac{2.31}{(L/d_{ps,e})} + 0.21\left(\frac{A_{ps,e}}{A_{ps,t}}\right) + 0.06 \quad \begin{array}{l} \Omega_u: \text{ひずみ低減係数} \\ A_{ps}: \text{ケーブル断面積} \end{array} \quad \begin{array}{l} R_d: \text{有効高さ低減係数} \\ d_{ps}: \text{ケーブル有効高さ} \end{array}$$

$$R_d = 1.25 - 0.01\left(\frac{L}{d_{ps,e}}\right) - 0.38\left(\frac{S_d}{L}\right) \quad \begin{array}{l} d_{pu}: \text{終局時有効高さ} \\ f_{pe}: \text{導入プレストレス} \end{array} \quad \begin{array}{l} f_{ps}: \text{終局時緊張材応力} \\ E_{ps}: \text{ヤング率} \end{array}$$

$$d_{pu,e} = R_d d_{ps,e} \quad \begin{array}{l} \epsilon_{cu}: \text{終局歪み (0.35\%)} \\ c: \text{中立軸} \end{array}$$

$$f_{ps,e} = f_{pe,e} + E_{ps,e} \Omega_u \epsilon_{cu} \left(\frac{d_{pu,e}}{c} - 1\right) \quad \begin{array}{l} e: \text{外ケーブル} \\ i: \text{内ケーブル} \\ t: \text{全緊張材} \end{array}$$

この設計式をもとにして実桁に近いPC桁⁽⁴⁾を対象とした数値計算を行った。この場合実際に補強を行うコンクリート橋梁は経年変化に伴い耐力の低下を起こしていることが想定される。そこで設計時からの耐力の低下率がそれぞれ0,20,40,60%の場合においてどれだけの外ケーブルPC鋼材量を用いれば耐力がどの程度回復するかを計算により求め、その結果を図表化した。

2.2 計算結果および考察

耐力の低下がなく補強を行っていない設計時の曲げ耐力を M_{u0} とする。また老朽化等により耐力の低下が生じたときの曲げ耐力を M_{u1} とし、補強後の耐力を M_u とし、それぞれの M_{u0} との比を耐力比として定義する。さらに補強に用いた外ケーブル量を表す指標として、以下に示す外ケーブル補強係数を定義した。

$$\text{外ケーブル補強係数} = \frac{\rho_{ps,e} f_{pe,e}}{f_c'} \quad f_c': \text{コンクリート強度}$$

$$\rho_{ps,e} = \frac{A_{ps,e}}{b d_{ps,e}}$$

キーワード：外ケーブル 補強

〒338 浦和市中大久保255 埼玉大学材料研究室 TEL/FAX 048-858-3556

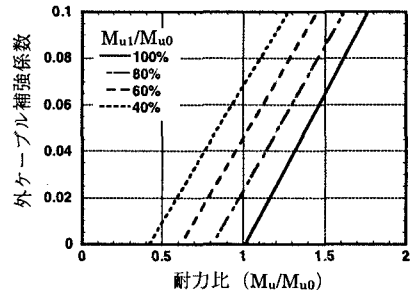
図－1は補強に用いた外ケーブルの位置を変化させた場合の耐力比（ M_u/M_{u0} ）と外ケーブル補強係数との関係を示したものである。図から分かるように、既設コンクリート橋梁の耐力低減率（ M_{u1}/M_{u0} ）が分かり、期待する補強程度、すなわち耐力の増加量と補強外ケーブルの位置を決定すれば、これに相当する外ケーブル補強量が簡単に読みとれる。しかしここで外ケーブルの量が増加するにつれて導入プレストレス量も大きくなり、コンクリートに生じる圧縮応力度も増大する。図－2は実際のT型梁⁽⁴⁾を想定した場合について、外ケーブル補強係数と耐力比の関係にコンクリートの圧縮応力度の制限値（ $0.4f'_c$ ）を示したもので、実際の補強設計には図－2を用いることになる。

3. まとめ

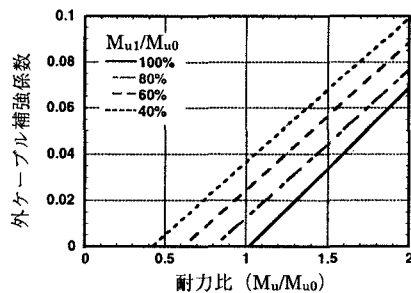
外ケーブルにより補強したコンクリートはり部材の曲げ耐力を既往の提案式により算定しこれらの結果に基づき設計図表を作成した。そしてこれらの設計図表を用いて外ケーブルの補強鋼材量を決定する方法について述べた。今後の課題として、既往橋梁の残存耐力の評価法が問題となってくる。そこで今回提案した設計図表の考え方をより効果的に使うためにも耐力の低下を精度よく評価する方法の確立が必要である。

参考文献

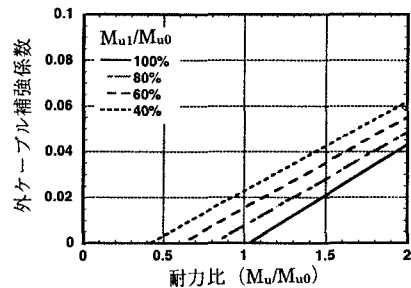
- (1)Aravinthan,Mutsuyoshi,Fujioka,Hishiki : Prediction of The Ultimate Flexural Strength of Externally Prestressed PC Beams Proceedings of JCI,vol.19,1997
- (2)六車、渡辺、西山：アンボンドPC部材の曲げ終局耐力に関する研究、プレストレストコンクリート、vol.26,No.1,pp.10-16,1984.1
- (3)コンクリート標準示方書（設計編）土木学会 平成8年
- (4)徳光、樋野、丸山、睦好：耐食性材料を用いた外ケーブル工法の開発、プレストレストコンクリート、vol.35,No.5,pp61-67,1993.10



(a) $d_{ps.e}/h=0.75$

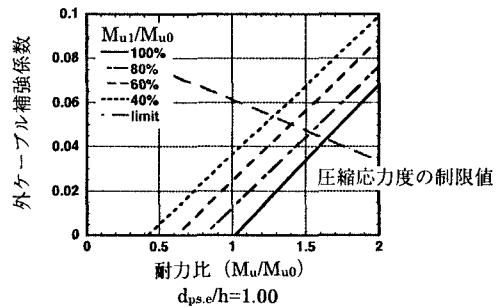


(b) $d_{ps.e}/h=1.00$



(c) $d_{ps.e}/h=1.25$

図－1 耐力比と外ケーブル補強係数の関係



図－2 コンクリートの圧縮応力度の制限値を考慮した耐力比と外ケーブル補強係数の関係