

PC 多径間連続ラーメン橋の柱頭部に関する検討

(独)鉄道・運輸機構 清水健志 (独)鉄道・運輸機構 徳永潔計
 (独)鉄道・運輸機構 石徳隆行 (独)鉄道・運輸機構 ○正会員 進藤良則
 (独)鉄道・運輸機構 石井秀和 (株)復建エンジニアリング 正会員 栗山亮介

1. はじめに

PC ラーメン橋は、支承部が無い耐震性に優れた構造であるが柱頭部において主桁、隔壁および橋脚が 3 次元的に結合するため立体的な応力が発生する。柱頭部に生じる正確な力の流れを解析するには、立体 FEM などを行う必要があるが煩雑であるためディープビームによる簡易的な方法（以下、「簡易手法」という）により補強鉄筋量を求めている¹⁾。簡易手法ではウェブに作用するせん断力の一部を横桁に伝達し、これを橋軸直角方向の引張力に換算することで補強鉄筋量を求めるが間接的な手法のため不明瞭な点もある。また、桁上縁の PC 鋼線が多く配置される部分に補強鉄筋が密に配置されるため、これを低減し施工性を改善する課題もある。そこで本研究では、横桁の上面側補強鉄筋量について簡易手法と立体 FEM の結果を比較する試みを行った。

2. 簡易手法による算定

簡易手法により柱頭部に生じる横方向応力度は、次の手順で算出される。記号については図-1による。

- ① 柱頭部に作用する断面力 (N,M,S) を主桁各部材に作用する軸力 (Nw,Nso,Nsv) とせん断力 Sw に置き換える (図-1(a))。
- ② ウェブに作用するせん断力 Sw の一部は隔壁に Sw'として伝達されるものとし、ディープビームによる解析から隔壁 (横桁) の水平方向応力度を算出する (図-1(b))。
- ③ 底板に作用する軸力差 ΔNsv はウェブを通じて伝達されるものとし、ディープビームによる解析から底板の橋軸直角方向応力度を算出する (図-1(c))。

ディープビームの解析による補強鉄筋量は、ウェブ間隔 L と梁高 d を既知とし、L/d の値より図-2 に記す内的アーム長 Z/d より Z を求め、続いて換算引張力 Z/pL より分布荷重 p を求めることで縁応力度 σ_u, σ_o が算定される。

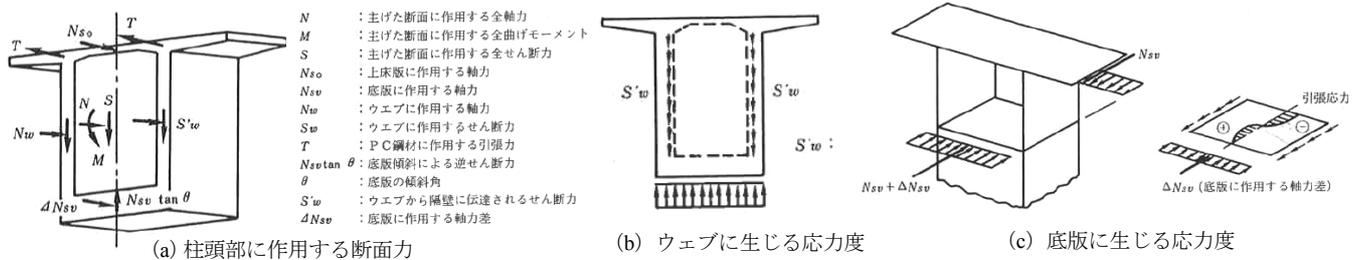


図-1 柱頭部に作用する断面力とその伝達力

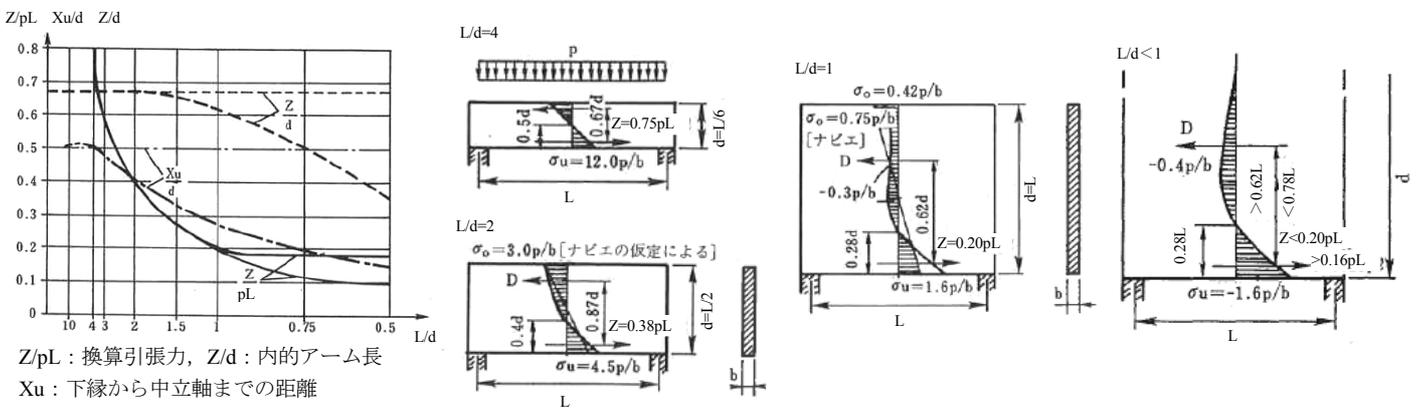


図-2 ディープビームによる断面力の算定¹⁾

キーワード：PC ラーメン橋，柱頭部，ディープビーム，FEM
 連絡先：〒231-8315 横浜市中区本町 6-50-1 TEL：045-222-9082 FAX：045-222-9102

3. FEMによる算定

(1) 解析条件

解析モデルは実際の新幹線橋梁(上床版幅 11.76 m, 桁高 $d = 6.5\text{m}$, ウェブ間隔 $L = 5.5\text{m}$, ウェブ厚 0.9m , 横桁幅 6.2m)とし, コンクリートの物性値は, 弾性係数 $2.65 \times 10^7 \text{kN/m}^2$, ポアソン比 0.167 , 単位体積重量 24.5kN/m^3 , 境界条件は橋脚下端部を拘束状態とした. メッシュ間隔は, 幅方向 200mm , 鉛直方向 200mm , 長さ方向 310mm のソリッド要素とした. なお, 鉄筋およびPC鋼材はモデル化していない.

(2) 荷重方法

横桁全厚に作用する荷重は, 実際の設計で算出されたウェブに作用するせん断力の合計値 53492kN とした. Case1 はウェブ位置のスラブ上面に平面荷重として荷重する方法, Case2 は線路方向の荷重が桁部と柱頭部の付根にせん断力が作用するものと想定しウェブ全面に荷重する方法とし, 梁高スパン比 $L/d = 1.0, 1.5, 2.0$ について行った(図-3).

4. 算定結果

図-4 に $L/d = 1.0$ の場合の FEM による線路直角方向, スラブ上面最大主応力コンターおよび深さ方向に作用する最大主応力を示す.

次に, 引張力について簡易手法と FEM を比較した結果を表-1 に示す. Case1, Case2 の $L/d = 1.5, 2.0$ の場合と Case2 の $L/d = 1.0$ の場合で, 引張力は FEM よりも理論値の方が大きい. また, Case2 よりも Case1 の方が引張力は大きかった. A-A 断面の応力分布では Case1 は 1.6m 以深で圧縮応力が発生するが Case2 では開口部まで引張領域となった.

表-1 引張力の比較 (単位: kN)

梁高スパン比 L/d		1.0	1.5	2.0
理論値 (簡易手法) V_{cal}		9,194	13,331	17,469
Case1	最大主応力 V_I	10,800	11,442	12,171
	X 方向応力 V_x	10,800	11,442	12,171
	V_x/V_{cal}	1.17	0.86	0.70
Case2	最大主応力 V_I	5,757	9,610	11,234
	X 方向応力 V_x	6,563	10,521	11,594
	V_x/V_{cal}	0.71	0.79	0.66

5. まとめ

横桁に作用する引張力について簡易手法と FEM による結果を比較して L/d が 1.5 以上の場合には, 補強鉄筋量を低減できる可能性があることが分かった. 本研究の検討結果より FEM の荷重位置等によって発生応力に差異が認められたため, 更に詳細な検討を行う考えである. また, 底板の補強鉄筋量についても検討を行う考えである.

参考文献

1) プレストレスト・コンクリート建設業協会: PC 多径間連続ラーメン橋に関する研究報告書, 1988.5.

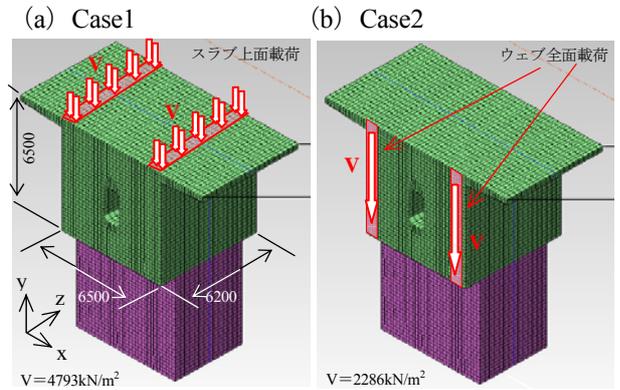


図-3 FEM 解析モデルと荷重方法

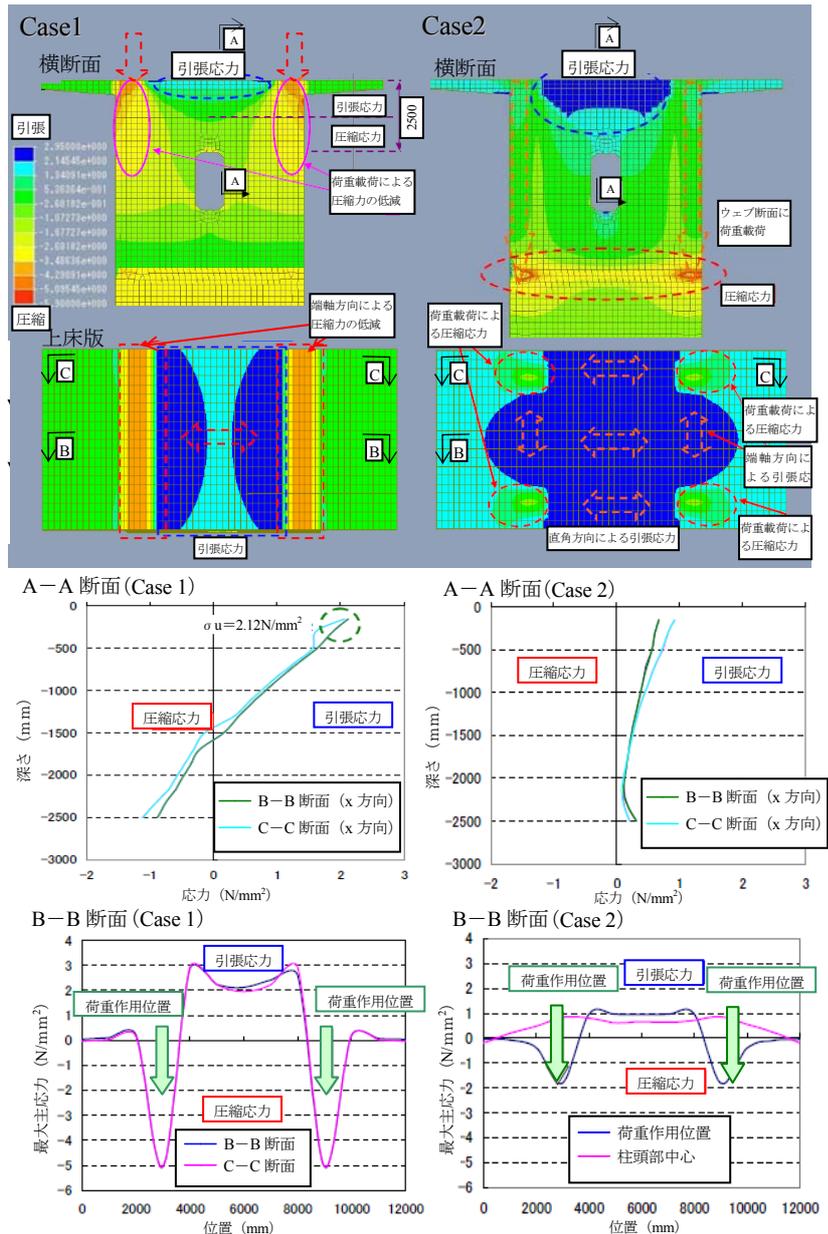


図-4 最大主応力コンターと応力分布 ($L/d = 1.0$)