

PC 複合トラス橋格点部におけるせん断耐荷機構の解析的検討

(株)大林組 正会員 〇富永 高行
 日本道路公団 正会員 青木 圭一
 (株)大林組 正会員 野村 敏雄
 (株)大林組 星加 益朗

1. はじめに

コンクリートと鋼の長所を活かし、構造と施工の合理化を目指した複合構造橋梁として PC 複合トラス橋がある。トラス構造のため、弦材となるコンクリート床版とトラス材が交わる格点部は重要な部位であり、優れた耐荷性能と良好な施工性が求められる。筆者らは、新しい格点構造として二重管格点構造を開発し、その耐荷性能確認のための模型実験^{1),2)}を行った。格点部はトラス軸力の圧縮・引張作用によりせん断破壊性状を示すため、その構造安全性確保のためにはせん断耐荷機構の把握が重要となる。そこで本報告では、二重管格点構造のせん断耐荷機構について、非線形 FEM 解析による解析的な検討を行った。

2. 解析方法

図-1 に示すように解析モデルは耐荷力実験¹⁾と同様に π 型の格点部をモデル化しており、対称条件より 1/2 断面とした。トラス材と外側鋼管の間のコンクリート（図-1 の拡大図参照）については、外側鋼管による拘束効果を考慮して、圧縮強度を通常の 1 倍と 3 倍の 2 種類とした（モデル A、B）。表-1 に解析に用いた材料特性を示す。また、トラス材端部はピン構造とし、コンクリートとトラス材および連結プレートとの接合面は剥離・滑りを考慮した。接合面の滑り挙動は引抜き試験²⁾で得られた付着力-滑り関係を用いた。なお、解析には三次元非線形 FEM 解析ソフト FINAL³⁾を使用した。

3. 破壊性状

図-2 に最大荷重時のひび割れ図を示す。せん断破壊の性状を示す斜めひび割れや付着割裂の性状を示す主筋に平行なひび割れなどが生じており、実験結果と同様の破壊性状が再現されている。

図-3 に荷重-変位曲線を、図-4 に連結プレートのせん断ひずみの履歴曲線を示す。また、表-2 に諸荷重の一覧を示す。初期剛性および連結プレートの初降伏から最大荷重に至るまでの挙動は実験結果と概ね一致している。連結プレートは上から下に向かって降伏が進行するが、モデル A では連結プレートの最下端が降伏することなく、荷重低下が生じた。このように、最大荷重に達した後にモデル化の相違が表れている。なお、スターラップについては、両モデルとも最大荷重後に降伏に達している。

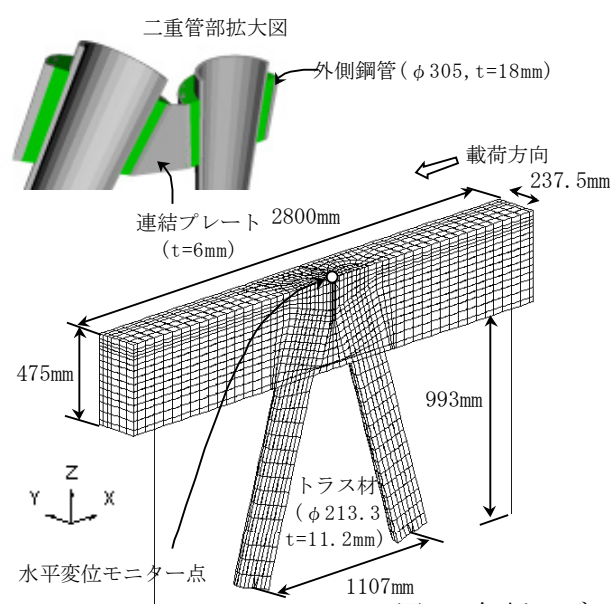


図-1 解析モデル

表-1 材料特性

	鋼材および鉄筋	コンクリート(モデルA)		コンクリート(モデルB)	
		圧縮強度	引張強度	圧縮強度	引張強度
		(N/mm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)
トラス材	430				
外側鋼管	280				
連結プレート	350				
鉄筋	370				
コンクリート		応力-ひずみ関係: 修正Ahmadモデル			
		tension stiffening考慮			
		ひび割れ後の圧縮強度、せん断強度低減考慮			
鋼材および鉄筋		応力-ひずみ関係: bilinear			

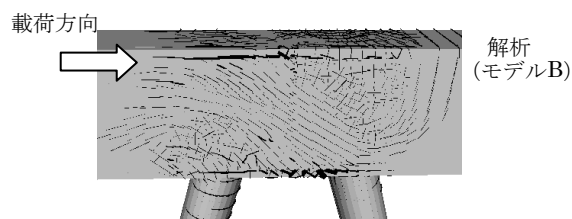


図-2 ひび割れ状況（最大荷重時）

キーワード：PC 複合トラス橋、二重管格点構造、三次元非線形 FEM 解析、せん断耐荷機構

連絡先：〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 (株)大林組土木技術本部構造技術部 TEL03-5769-1306 FAX03-5769-1979

4. 格点部のせん断力分担

格点部に作用するせん断力 V は連結プレート V_p 、せん断補強筋とコンクリートによるトラス機構 V_s およびコンクリート V_c で分担されると考えられる。図-5 に解析で得られた各せん断力分担の履歴曲線を示す（モデル B）。 V_p は中央断面における連結プレート鉛直方向のせん断応力の総和、 V_s はコンクリート断面鉛直方向のせん断応力の総和 Q_c よりスターラップの引張力 T_s とコンクリート要素鉛直方向の圧縮応力の総和 C_c を用いて、 $V_s = Q_c \times T_s / C_c$ として求めた。また、 V_c はコンクリート断面に作用するせん断力の残りとして $V_c = Q_c - V_s$ より求めた。

図-5 より格点部に作用するせん断力については、載荷荷重 $P=300\text{kN}$ 程度まではコンクリートのみで負担しているが、せん断ひび割れの発生とともに、連結プレートとトラス機構による負担分が増加し、それらが共同してせん断力を負担していることが分かる。最大荷重時において、 V_p 、 V_s および V_c と分担割合はそれぞれ $512\text{kN}(31\%)$ 、 $634\text{kN}(30\%)$ 、 $481\text{kN}(39\%)$ であり、最大荷重に達した後も V_p と V_s は保持される。しかし、コンクリート負担分 V_c は急激に低下する傾向を示しており、この負担分は実験における最大荷重後の耐力低下分に対応していると考えられる。

5. まとめと今後の課題

三次元非線形 FEM 解析により、二重管格点構造のせん断耐荷機構の検討を行った。最大荷重後の耐力低下はコンクリート負担分に対応しており、格点部のせん断耐力は連結プレート、トラス機構およびコンクリートの分担の累加で表すことが可能であることを示した。

今後は、形状寸法や材料特性の影響など、格点部の最適化に関する検討を行い、実橋への適用性を高めていく予定である。

参考文献

- 1) 野村、他：PC 複合トラス橋格点部の構造特性に関する実験的研究、土木学会第 58 回年次学術講演会
- 2) 松田、他：PC 複合トラス橋格点部の引抜き耐力に関する実験的研究、土木学会第 58 回年次学術講演会
- 3) 長沼一洋：三軸圧縮下のコンクリートの応力～ひずみ関係、日本建築学会構造系論文集、第 474 号、pp163-pp170、1995.8

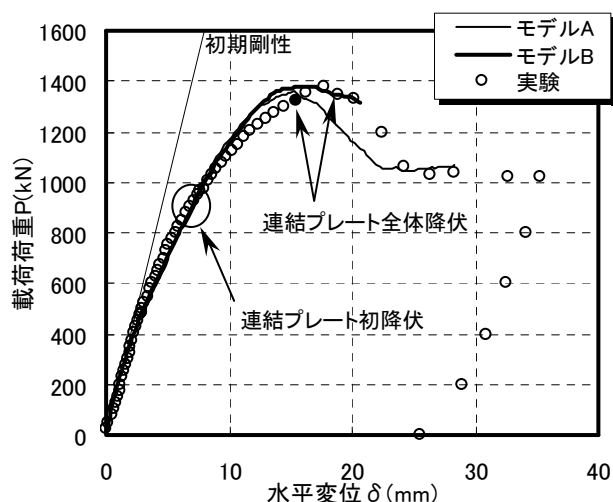


図-3 荷重－変位曲線

表-2 諸荷重一覧

イベント	発生荷重(kN)		
	解析		実験
	モデルA	モデルB	
せん断ひび割れ発生	—	—	575
連結プレート初降伏	981	914	951
連結プレート全体降伏	—	1344*	1326
スターラップ降伏	1167*	1370*	1353
最大荷重	1359	1377	1377

*:最大荷重以後

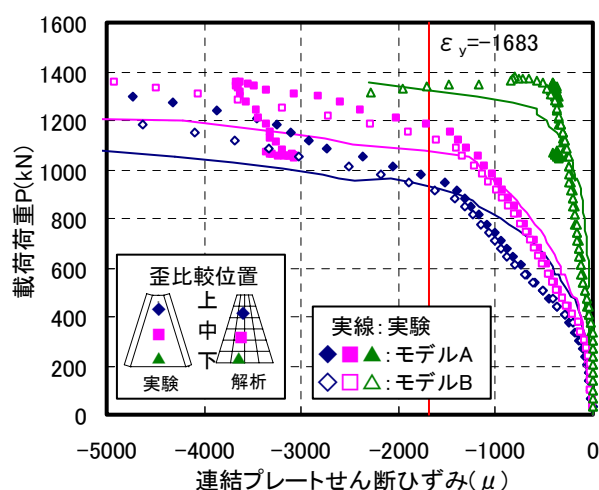


図-4 連結プレートせん断ひずみ履歴

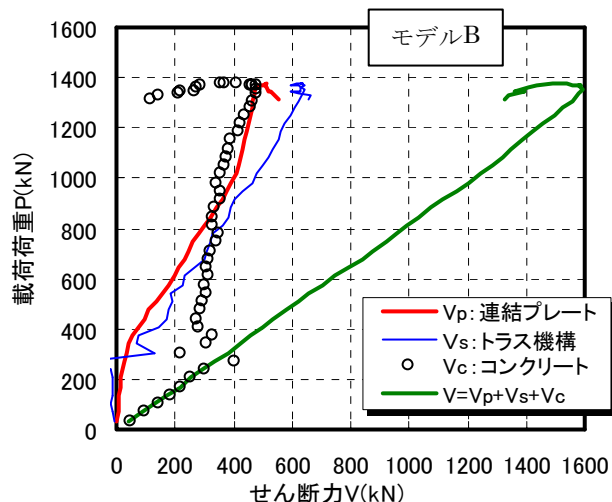


図-5 せん断力分担履歴曲線