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

㈱大林組　正会員　○松田　武
㈱大林組　正会員　加藤敏明
㈱大林組　正会員　野村敏雄
㈱大林組　星加益朗

１．はじめに

PC 箱桁橋のウェブに鋼トラスを用いた PC 複合トラス橋は，従来の PC 橋に比べて自重の軽減や施工の合理化が可能であり，今後の発展が期待されている。そのトラス格点部はトラス材とコンクリート床版の断面力を伝達する重要な構造部位である。筆者らは，シンプルな構造で施工性・経済性に優れた構造を目標に、図-1 に示すような外側鋼管によりトラス材周りのコンクリートの拘束効果を高めた定着構造を用いた二重管格点構造を開発した。本報告では、本格点の要素技術である二重管定着構造について、実物大引抜き実験により、その基本的な力学性状と引抜き耐力について確認を行ったものである。

２．二重管定着構造の特徴

二重管定着構造を図-1 に示す。本定着構造の基本はトラス材外面リブによる付着定着であるが，トラス材周辺コンクリートを剛性の高い外側鋼管で拘束してリブ付着性能の向上を図っている。さらに，外側鋼管の内外にもリブを付け，内外鋼管間にコンクリートの圧縮ストラットを形成することで，トラス材引抜き力を外側鋼管に伝達し，より表面積の大きい外側鋼管の外リブ付着と孔のコンクリートジベル効果によりコンクリートへの定着を図る構造である。

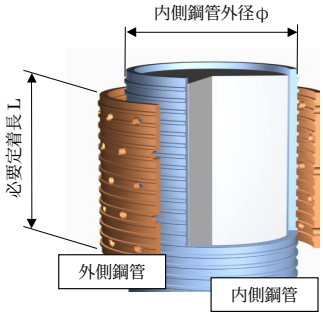

図-1　二重管定着構造

３．試験体

引抜き試験体と加力装置を図-2 に示す。試験体は 3,000kN の引抜き力を想定した内側鋼管（STK490　φ457.2×t19）と外側鋼管（SKK490　φ600×t13, 孔径φ30）を大きさ 1,540×1,540×1,050 の鉄筋コンクリートへ埋め込んだ構造である。定着長は内側鋼管径とした。試験体に使用した材料試験結果を表-1 に示す。

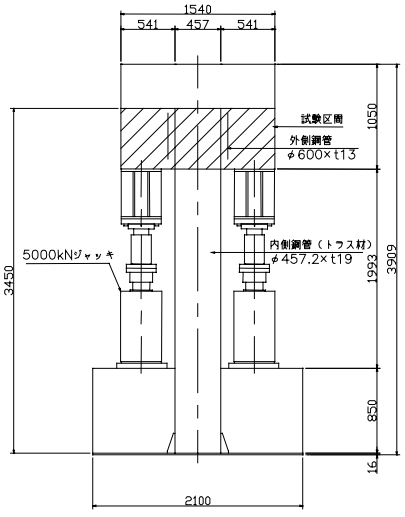

図-2　試験体および加力装置

４．破壊性状

載荷荷重と試験部分のコンクリート天端 4 点および内側鋼管天端 2 点，外側鋼管天端 2 点をそれぞれ平均した鉛直変位の関係を図-3 に示す。まず荷重 4,500kN でコンクリート下面へ放射状の初期ひび割れが生じ，荷重変位曲線に傾き変化が生じた。9,945kN で最大荷重となった後，荷重の低下とともに変位が大きく進行した。最大荷重後も外側鋼管とコンクリートの変位はほぼ同じであるが，内側鋼管の変位が反転していることから，内外鋼管の間での付着切れが生じたと考えられた。試験終了後の試験体切断面を観察すると，内側鋼管外リブ面にすべりが生じており，外側鋼管周辺コンクリートに変状は見られなかった。

表-1　材料試験結果　　単位：N/mm²

コンクリート	圧縮強度	引張強度	弾性係数
	57.7	3.74	3.3×10^4
トラス材STK490	降伏強度	外側鋼管SKK490	降伏強度
	474		424

キーワード：PC 複合トラス橋、格点部，定着構造，引抜き耐力，付着応力度
連絡先:　〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2　(株)大林組東京本社土木技術本部構造技術部　TEL03-5769-1306　FAX03-5769-1979

４．ひずみ分布

図-4 に内側鋼管軸力と定着部の内側鋼管の鉛直方向ひずみと円周方向ひずみ分布を示す。鉛直方向は試験区間全体で，引張ひずみが生じ，また，高さ方向に線形分布していることから一様な付着応力が作用していると考えられる。円周方向は内部にコンクリートが充填されているために，ひずみが小さく，概ね高さ方向に一様に分布している。

５．付着応力度

図-5 に二重管補強とリング筋補強[1)]を施した場合のリブ付き鋼管の平均付着応力度とすべり量（リブ付鋼管と周辺コンクリートの相対変位）の関係を示す。最大付着応力度 τ_{max} は，リング筋補強 6.8N/mm^2 に対して，二重管は 15.4N/mm^2 と 2 倍以上になっており，リブ付鋼管の引抜きによる周辺コンクリートの鋼管法線方向への膨張を剛性の高い鋼管で拘束することで，付着性能が大きく改善されることが確認できた。

６．必要定着長の設計

内側鋼管の定着部は一様な付着応力が作用していることから，許容付着応力度を τ_a とすれば，二重管定着構造の必要定着長は次式により算定できる。

$$L_{req}=N_d/(\pi\cdot\phi\cdot\tau_a) \cdots(1)$$

ここで，L_{req}:必要定着長(mm)，N_d:引抜き力(N)，

ϕ:内側鋼管径(mm)

許容付着応力度 τ_a は，最大付着応力度 τ_{max} に安全率 α を考慮し，松村[2)]の提案したリブ付き鋼管の付着応力度に対するコンクリート圧縮強度の補正を行うことで求められる。内側鋼管径 457.2mm，コンクリート設計基準強度 40N/mm^2 の場合，引抜き力と必要定着長の関係は図-6 のようになり，3,000kN 程度の引抜き力であれば，内側鋼管径程度で必要な引抜き耐力が確保できる。

７．まとめ

二重管定着構造の引抜き耐力を確認するため，実物大の引抜き実験を行った。その結果，リブ付鋼管を外側鋼管で外套することで良好な付着性能が得られ，シンプルでコンパクトな定着構造が実現できることがわかった。

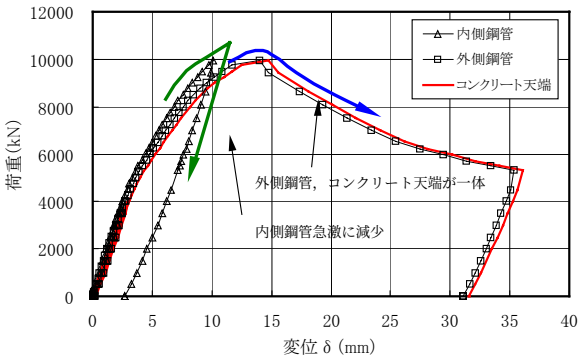

図-3　載荷荷重と鉛直変位

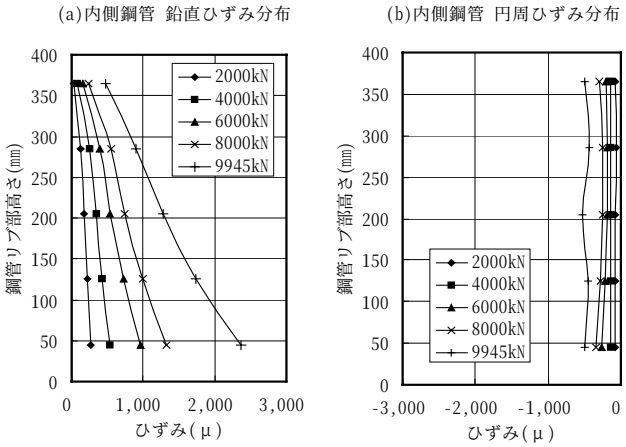

図-4　鋼管のひずみ分布

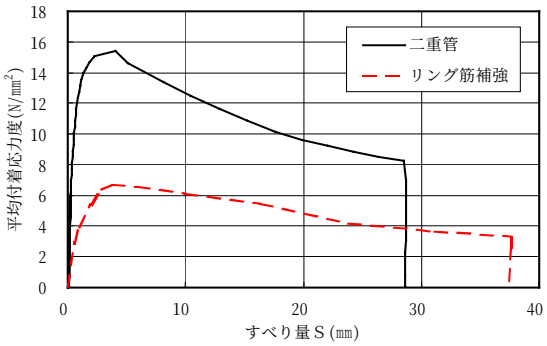

図-5　付着応力度とすべりの関係

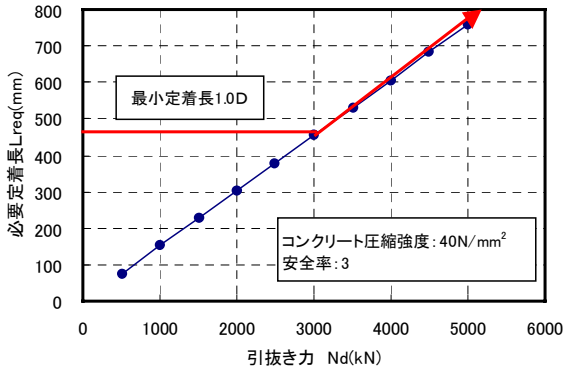

図-6　引抜き力と必要定着長

参考文献

1) 大内他:鋼管・コンクリート複合構造高橋脚の開発（その１）－模型の水平加力実験－，1994，大林組研究所報 No.49

2) 松村弘道:充填型鋼管コンクリート構造に於ける鋼管とコンクリートの付着性能の影響に関する研究，平成 2 年，九州大学博士論文