

複合トラスPC橋の格点構造に関する実験と考察

大成建設（株） 正会員 ○田邊 顕
大成建設（株） 正会員 坂下 克之

大成建設（株） 正会員 岡田 浩樹
日本鋼管（株） 正会員 中西 克佳

1 はじめに

我々は、複合トラスPC橋の新たな格点構造を開発し、その概要及び実験・解析に関して過去報告¹⁾²⁾を行ってきた。本稿では、実物大供試体を用いた疲労試験および静的破壊試験の結果を中心に報告する。

2 実験概要

2.1 供試体

今回の実験では、設計荷重時に1915kNの引張力を受ける引張斜材を有する格点部を対象とした。実験供試体は、実物大の切り出しモデルを1体のみ製作し、疲労試験を行い損傷の無いことを確認した後に、同じ供試体を用いて静的破壊試験を実施した。図-1に実験供試体概要図を示す。なお、本格点構造は斜材に鋼管を用い、斜材の両端にエンドプレートと溶接接合し、コンクリート床版に予め設置した突起にPC鋼棒を用いて結合したものである。引張斜材の内部にはPCケーブルを配置し、予め緊張力を与えている。なお、各PC鋼材の緊張力は図-1に示す通りである。

2.2 疲労試験

図-1に示した様に、圧縮斜材の端部に載荷能力±2000kNのアクチュエーターを設置し、T-60荷重の軸力振幅を与えた。繰返し載荷回数は200万回とし、主要回数（10万回、50万回、100万回など）経過後に2000kNまでの静的載荷を行い、供試体の剛性変化を記録した。図-2に疲労荷重の載荷サイクル図を示す。

2.3 静的破壊試験

圧縮斜材の端部に載荷能力4900kNの油圧ジャッキを設置し、図-3に示す載荷ステップで3段階の漸増載荷を行った。各載荷STEPは、下記の通り。

STEP1：L活荷重作用時引張力（1915kN）

STEP2：PCケーブル1本とPC鋼棒8本の導入力に相当する引張力（2887kN）

STEP3：油圧ジャッキの最大能力（4900kN）発揮時に生じる引張力（4763kN）

なお、設計との比較のため、各部材のひずみ及び主要点の変位、PC鋼材の張力の計測を行った。

3 試験結果

3.1 疲労試験結果

（1）鋼管とエンドプレートの溶接部

本格点構造においては、疲労上問題となる可能性が高い斜材とエンドプレートの溶接部の疲労強度を向上させることを目的として、TIG溶接により良好な裏波を出し、表面の溶接はMAG溶接により行った。1000回載荷直後に鋼管ひずみの変動値を調べた結果、引張斜材中間部のひずみ変動と、溶接ビード止端近傍（止端から約5mmの位置、図-4）のひずみ変動範囲の比より、溶接ビード止端部においても応力集中係数は1.9程度に抑えられており、TIG処理などを含む今回の溶接方法が適切であることを確認することができた。さらに、200万回載荷終了後に実施した鋼管溶接部の超音波探傷試験（UT）からも疲労損傷は発見されなかった。

（2）コンクリート床版部及び供試体の全体剛性

200万回載荷終了後に実施した目視検査では、コンクリート床版にひび割れは認められなかった。また、供試体の全体剛性の変化は、200万回前後のストローク変位量の変化で0.6%であり、全く問題はなかった。

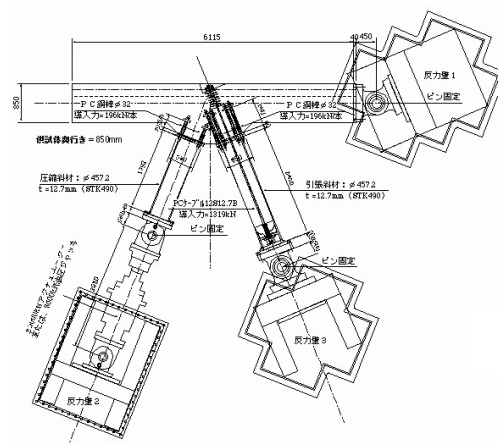


図-1 実験供試体概要図

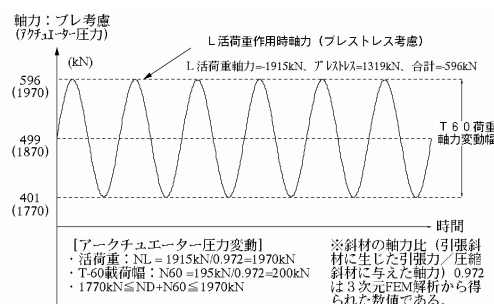


図-2 疲労試験載荷サイクル図

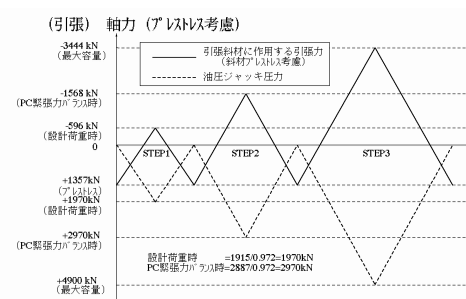


図-3 静的破壊試験載荷サイクル図

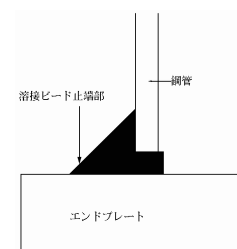


図-4 溶接部計測位置

キーワード：複合トラスPC橋、格点構造、疲労試験、静的破壊試験、非線形立体FEM解析

連絡先：大成建設（株） 〒163-0606 新宿区西新宿 1-25-1 電話：03-5381-5297

3.2 静的破壊試験結果

(1) 載荷荷重 - 載荷点変位の関係

図-5に、載荷点のP- δ 関係を示す。設計荷重（載荷荷重 1970kN）をやや超える約 2000kN までは弾性挙動を示している。その後、勾配が変化して非線形挙動を示すようになり、約 3700kN からさらに勾配が変化するトリリニアに近い曲線を描く。これは、約 2000kN で引張斜材のエンドプレートとコンクリート床版の間に目開きが生じ始めたこと、約 3700kN でコンクリート床版格点部にクラックが発生したことが原因と考えられる。

(2) 引張斜材のエンドプレートの目開き量について

図-6に、載荷荷重—エンドプレート部の目開き量の関係を示す。エンドプレートを完全な剛体と見なせば、目開き開始荷重はPC鋼棒とPCケーブルの導入力の和（2887kN）であるが、実験結果では、この荷重以下で目開きが生じ始めている。この理由は、実際にはエンドプレートに面外変形が生じ、特に鋼管溶接位置に近い各辺の中央付近において、設計上の荷重よりも低い荷重で目開きが生じたものと考えられる。

(3) PC鋼棒およびPCケーブル

図-7(a)に引張斜材におけるPC鋼棒の引張力と載荷荷重の関係を示す。PC鋼棒の初期導入力は1本当たり196kNである。計測結果によると、PC鋼棒の引張力は約2000kNまでは載荷荷重とほぼ線形的な関係で増加するが、2000kNを超えると急激に増加する。この理由は、前項で述べたことと同様エンドプレートの変形によるものと考えられる。また、図-7(b)に引張斜材内PCケーブルの引張力と載荷荷重の関係を示す。PCケーブルの初期導入力は1319kNである。PCケーブルもPC鋼棒の場合と同様の理由で同じ傾向を示している。

(4) コンクリート床版

4000kN 載荷後、供試体上面に幅 0.1mm のひび割れを確認した（図-8）。ひび割れ近傍のコンクリート表面ひずみと主筋ひずみ（図-9）は、荷重 3750kN まではほぼ同一の挙動を示すが、3750kN を越えるとコンクリートは急激に圧縮側に転じ、主筋は急激に引張側に増長しており、ひび割れが発生したことを示している。

4. 今後の課題

(1) 目開きとPC導入力について

今回の実験では、設計荷重時の引張力 1915kN に対して、PCケーブルとPC鋼棒合わせて 2887kN の張力を導入した。しかし、エンドプレート部の目開きは、2000kN 程度の引張力で生じ始めた。今後目開きに密接に関係するPCケーブルとPC鋼棒の導入力の比率について更なる検討を加えるつもりである。また、PCケーブルによる導入量については、目開き量すなわち接触面積が橋梁全体の剛性に与える影響などについて検討を加え、可能であればPC鋼材量の削減につなげたいと考えている。

(2) 破壊性状の把握

先に述べたように、今回の実験では、実験装置の制約上の理由から、供試体の耐力相当の荷重までは載荷していないため、実際の破壊形態が不明である。縮小モデルなどによる破壊性状確認実験が望まれるところである。

参考文献

- 1) 田邊、今井、岡田、川畑：複合トラスPC橋の格点構造に関する実験と解析；土木学会 第29回関東支部技術研究発表会論文集、2002年3月
- 2) 今井、岡田、田邊、坂下、中西、栗原：複合トラスPC橋の格点構造に関する実験と解析；雑誌「橋梁と基礎」、2002年4月

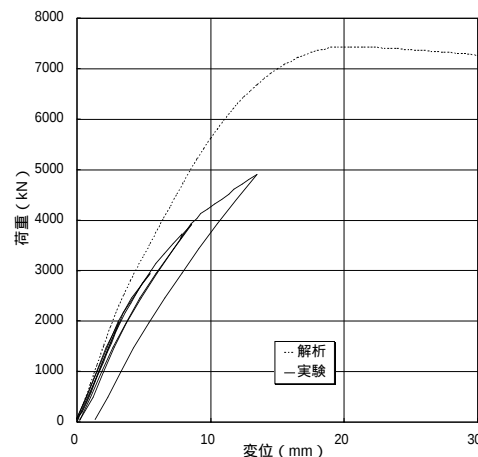


図-5 荷重載荷点のP- δ 関係

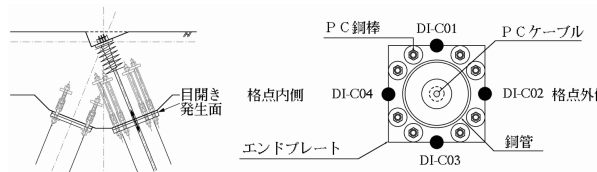
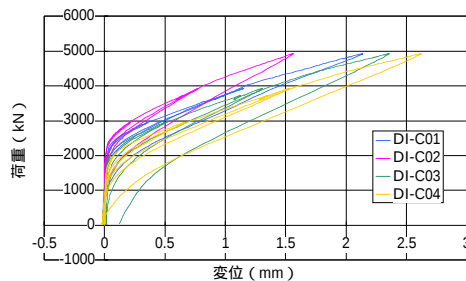


図-6 載荷荷重—エンドプレート部の目開き量

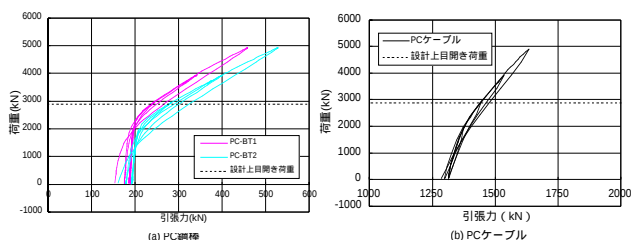


図-7 載荷荷重—PC鋼棒・PCケーブルの張力関係

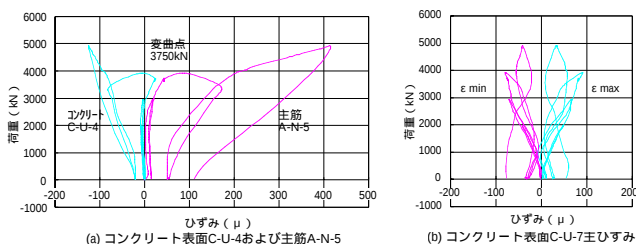


図-9 コンクリート表面および鉄筋のひずみと載荷荷重の関係

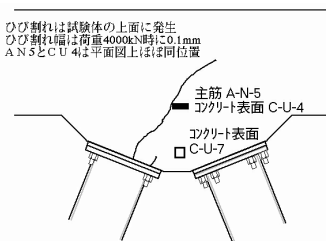


図-8 ひび割れ発生状況