

鋼トラスウェブPC橋の格点構造に関する実験と解析

大成建設 (株) 土木設計第1部 正員 岡田浩樹
 同上 正員 〇田邊 顕
 日本鋼管 (株) 基盤技術研究所 中西克佳
 同上 栗原康行

1. はじめに

鋼トラスウェブPC橋は、主桁の上下床版にコンクリート、ウェブに鋼トラスを用いた構造であり、主にフランスにおいて数橋の施工実績があるものの、国内実績はまだない。しかしながら、従来のPC箱桁橋に比べて約2~3割の軽量化が可能と言われており、スパンの長大化や下部工・基礎工を含めた橋梁全体の合理化を図ることができる次世代の橋梁形式として期待されている。

本橋梁形式において、上下床版とトラス材が結合される格点部は、鋼部材とコンクリート部材が一体化されるとともに、応力伝達が行われる重要な部位である。これまで、数種類の格点構造が提案され、その構造特性を評価するための実験や解析が実施されている。

昨年7月に大成建設 (株) の子会社であるVSL JAPAN (株) は、フランスのブイグ社の子会社であるBOUYGUES TP社と鋼トラスウェブ橋に関する技術提携を行い、格点構造他の貴重な技術を導入した。

本稿では、BOUYGUES社より技術導入された新たな格点構造を紹介すると共に、この構造特性を把握するために実施する実物大供試体を用いた疲労試験および静的破壊試験の実験計画について述べる。

2. 格点構造概要

2.1 構造上の特徴

本格点構造の概要図を図-1に示す。

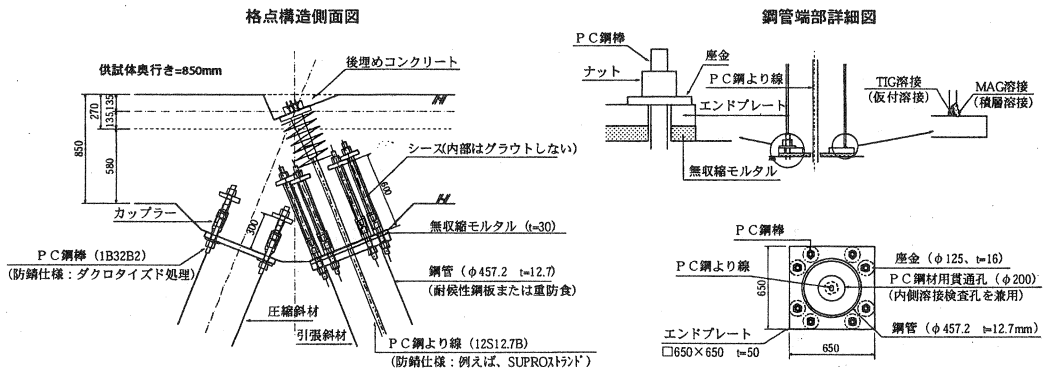


図-1 格点部概要図

1) トラス斜材の構造

トラス斜材としては鋼管または角鋼管を使用し、斜材端部にはエンドプレートを溶接接合する。溶接方法は、TIG溶接 (仮付溶接)・MAG溶接 (積層溶接) とし、完全溶け込み溶接と同等であると見なす。なお、エンドプレートには、内側から溶接部を直接検査できるように検査孔 (φ200程度) を設ける。

2) トラス斜材と床版の接合方法

コンクリート床版と斜材の接合方法としては、コンクリート床版側に斜材軸線に直行する接合面を有する突起を設け、P C鋼棒（場合によってはアンカーボルトでも可）によりエンドプレートを固定する。斜材には、耐候性鋼板を使用するか、あるいは内外面に重防食塗装を施す。P C鋼棒にも防錆処理（例えば、ダクロタイズド処理）を施し、必要に応じて外部に露出する部分には防水キャップなどで被覆する。

3) 引張斜材内にP C鋼材を配置

引張斜材の内部に設置したP C鋼材を緊張して、あらかじめ圧縮力を与える。斜材内部の結露に配慮して、P C鋼材としては防食仕様のものを使用する。

2.2 期待される効果

- 1) トラス斜材は、鋼管または角鋼管の端部にエンドプレートが溶接された比較的簡易な構造となる。さらに、これをP C鋼棒等で床版へ接合するため、床版内に斜材固定用の鋼部材を配置する必要もない。これにより、格点部はあくまでもRC構造となり、弾性係数が大きく異なる部材が局部的に配置されることもないため、これに起因するひび割れが発生する可能性も少ない。
- 2) 今回の格点構造では、斜材本体をコンクリート床版に埋め込まない。これより、床版施工後に斜材を取り付けることが可能となるため施工上の自由度が増すとともに、施工中もしくは供用後に斜材が何らかの損傷を受けた場合には斜材を交換することもできる。なお、こうした場合には、斜材エンドプレートとコンクリート突起の間に、調整代として無収縮モルタル部を設ける。
- 3) 引張斜材内のP C鋼材に張力を導入することにより、設計荷重作用時においては、コンクリート突起とエンドプレートの間に目開きを生じさせず、雨水等の浸入を防ぐことにより格点部の耐久性を向上させる。また、斜材とエンドプレートの溶接部における負担を軽減することができる。なお、引張斜材に作用する引張力が小さい場合は、斜材固定用のP C鋼棒への導入力のみで対処する方法もある。
- 4) 格点構造をコンクリート突起としたことにより、当該箇所せん断耐力も向上する。また、斜材が床版へ接合する面へ溜水する可能性も低くなるため、防錆上も効果的である。

3. 実験概要

3.1 供試体

実験供試体の設定は、過去に提案され、実験・解析が行われてきた格点構造^{1) 2) 3)}との比較を行うため、それらと同等の諸元とした。実験供試体の概要図を図-2に示す。

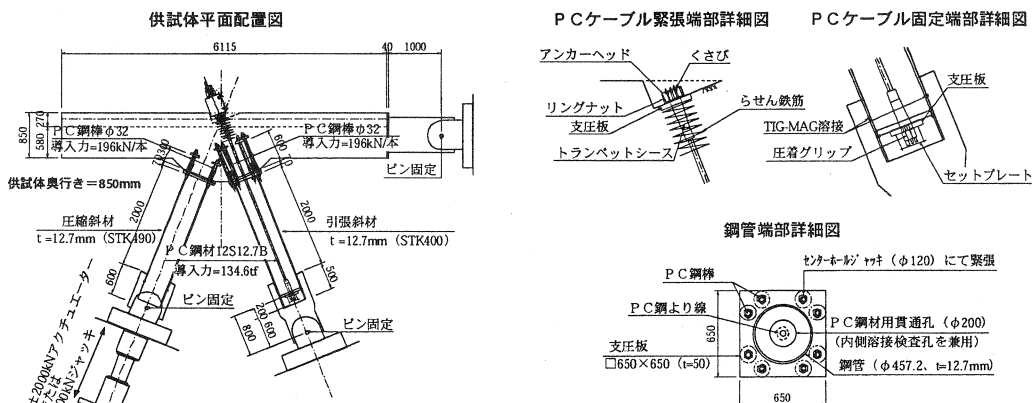


図-2 供試体概要図

なお、供試体の配筋は活荷重時に斜材に作用する最大引張力 1915kN 時を想定し、鋼管内部の P C 鋼材に 1313kN の緊張力を、エンドプレートと突起を接合する 8 本の P C 鋼棒に 196kN/本つまり合計で 1568kN の緊張力を与えた場合の、立体 FEM 解析を行い決定した。図-3 にモデル図を、図-4 に P C 鋼材のプレストレスを考慮した主引張応力図を示す。

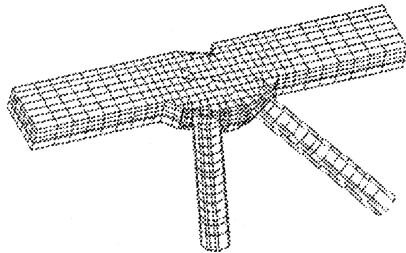


図-3 モデル図

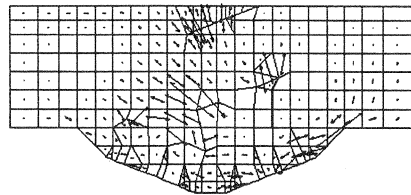


図-4 主引張応力度矢線図

3.2 疲労試験

1) 概要

図-2 に示した様に、コンクリート床版は試験台の上に設置され、圧縮力を受ける床版の端部をピン治具を介して反力壁に固定した。圧縮斜材の端部に載荷能力 ±2000kN を有するアクチュエーターを設置した。引張斜材端部はピン治具を介し、反力壁に固定した。

2) 載荷方法

疲労試験の荷重振幅は、T-20 荷重の 3 倍となる T-60 荷重時の軸力振幅から 195kN を設定した。疲労試験の初期軸力は、活荷重時の斜材軸力とし、図-5 の様に荷重振幅を与えた。また、繰返し載荷回数は 200 万回とした。なお、供試体の変形などでアクチュエーターの押込み力が効率良く引張斜材に伝達されない事を考慮し、立体 FEM 解析の結果から導入効率を算定しアクチュエーターの押込み力を算定した。

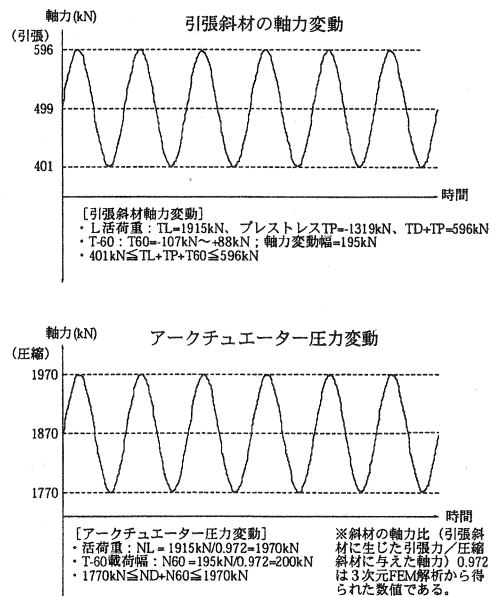


図-5 疲労試験荷重載荷サイクル

3.3 静的破壊試験

1) 概要

図-2 に示すように圧縮斜材の端部に載荷能力 4900kN の油圧ジャッキが設置されている以外は疲労試験と同様である。

2) 載荷方法

静的破壊試験の載荷サイクル図を図-6 に示す。3段階の漸増載荷とし、活荷重時の引張斜材の引張荷重(以後 PL 荷重) -596kN (プレストレス込み) を載荷後いったん除荷し (STEP1)、その 3 倍の荷重 (Pmax: 引張斜材軸力で-1788kN) を目標に載荷、再度除荷を繰返す (STEP2)。

その後、最大耐力を確認する載荷を行う (STEP3) こととした。なお、ジャッキの容量から斜材に加える引張力は最大 3400kN とする。

3.4 計測

設計で想定した挙動との比較のため、各種計測を行う。図-7 に計測器機設置図を示す。

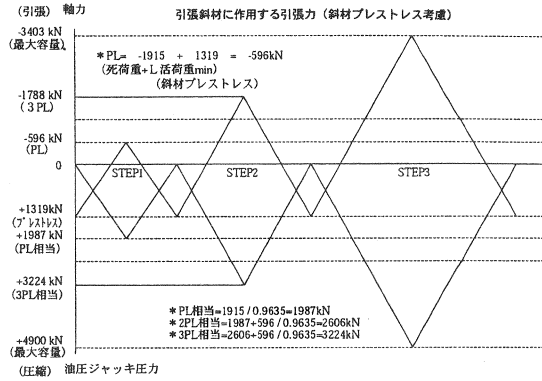


図-6 静的破壊試験荷重載荷サイクル

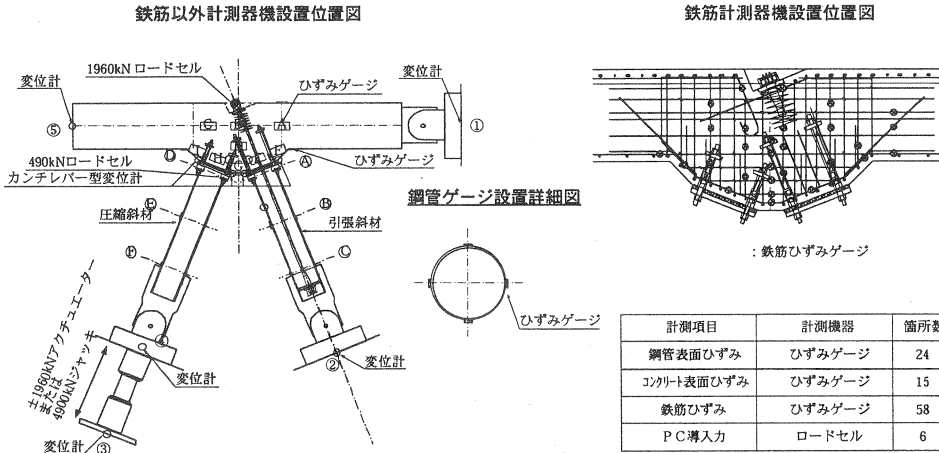


図-7 計測機器設置位置図

4. おわりに

現在供試体の製作が終わり、8月より疲労試験に着手、その後9月には静的破壊試験にとりかかる予定である。今後静的破壊試験迄に非線形立体 FEM 解析を事前解析として行い、破壊試験後に解析結果との比較を行いたいと考えている。今回は実験計画を中心に述べたが、いずれ機会を改めて実験結果についても報告を行う所存である。

参考文献

- 1) 本間、黒岩、日紫喜、古市：複合トラス構造接合部の耐力確認実験；プレストレストコンクリート技術協会 第8回シンポジウム論文集 1998年10月
- 2) 本間、黒岩、益子、藤田：鋼・コンクリート複合トラス接合部の疲労試験；プレストレストコンクリート技術協会 第8回シンポジウム論文集 1998年10月
- 3) 猪熊、黒岩、永井、日紫喜：鋼トラスウェブPC橋の格点構造に関する実験と解析；プレストレストコンクリート技術協会 第9回シンポジウム論文集 1999年10月