

## 弾塑性有限要素解析による複合トラス橋格点部に関する基礎的考察

九州大学大学院 学生会員 工藤奈津子 九州大学大学院 正会員 園田 佳巨  
九州大学大学院 正会員 日野 伸一 九州大学工学部 学生会員 手嶋 康博  
株式会社 富士ピー・エス 正会員 佐東 有次

## 1. はじめに

複合トラス橋は、コンクリートと鋼を組み合わせることにより、施工の合理化や重量軽減、コスト削減を目的として開発され、PC 箱桁橋に代わるものとして近年注目を浴びている橋梁形式である。複合トラス橋は、フランスで開発され、国内でも第二東名高速道路の一部である猿田川橋・巴川橋に代表されるように、既にいくつかの施工例や研究事例も存在するが、合理的な格点構造については未だに明確にされていないのが現状である。本研究では2つの格点構造を提案し、弾塑性有限要素解析を行うことにより各々の格点部に関する力学特性について検証した。

## 2. 格点構造

複合トラス橋において最も重要となる部位が格点部である。格点部は、重量軽減のためにできる限りコンパクトな構造であることや、せん断力・ひび割れに対して十分な耐久性を有することが求められる。本研究では、1) 孔あき鋼板ジベル格点構造、2) スタッドジベルと鋼板を用いた格点構造の2つを比較検討した。

## Type1) 孔あき鋼板ジベル格点構造

孔あき鋼板ジベルは従来の頭付きスタッドと比べ剛性が高く、疲労特性に優れ、構造が単純なことからコンクリートと鋼の新しいずれ止めとして注目されている。このことから、図-1(a)に示すような孔あき鋼板ジベルを用いた格点構造は施工の簡易化、経済性が期待できる。また、孔に鉄筋を通すことによって抵抗力を変化させることが可能である。

## Type2) スタッドジベルと鋼板による格点構造

スタッドジベルは鋼とコンクリートのずれ止めとして広く用いられており、これまでも適用例が多い。スタッドジベルと鋼板を用いた格点構造は、鋼板の剛性を変化させることにより、生じる曲げモーメントを調整できるという特徴がある。本解析ではスタッドジベルまで詳細にモデル化を行った。

## 3. 解析結果

図-2に示すように長さ2400mm、幅500mm、高さ400mmのコンクリート床版に2タイプの格点構造を有する供試体を想定し、水平荷重を与えて3次元有限要素解析を行った。材料定数、材料構成則はそれぞれ表-1、図-3に示す通りである。また、コンクリートと鋼材間は完全付着としている。以上の条件のもと、上記の2つの格点構造に関して汎用解析プログラム MSC.MARC/Mentat2005により解析を行った結果を示す。

## 3.1 荷重 - 水平変位関係

床版中央における荷重 - 水平変位の関係を図-4に示す。この図

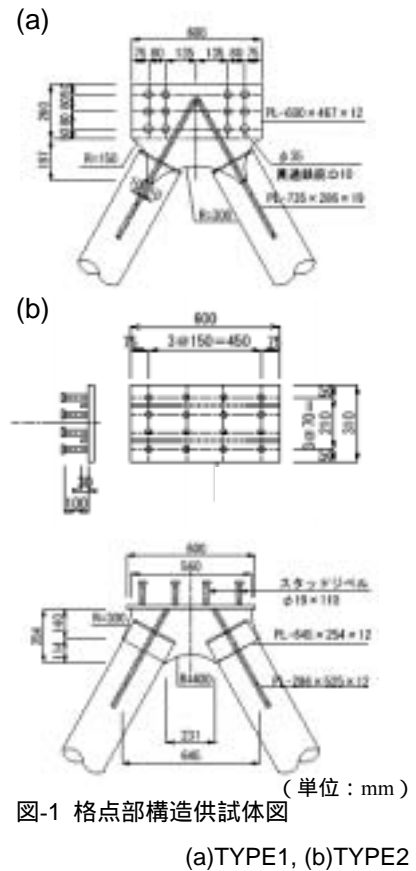


図-1 格点部構造供試体図

(a)TYPE1, (b)TYPE2

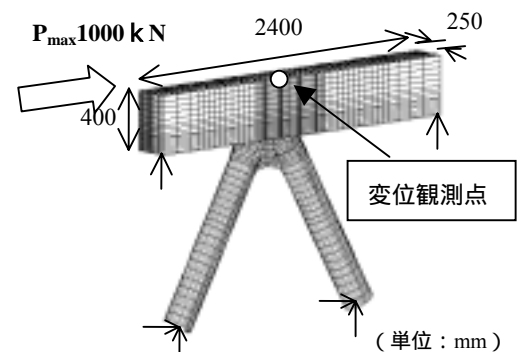


図-2 3次元 FE モデル

キーワード 複合トラス橋, 格点構造, 有限要素解析, 孔あき鋼板ジベル, スタッドジベル  
連絡先 〒812-8581 福岡県福岡市東区箱崎 6 丁目 10-1 TEL092-642-3262

表-1 材料定数

	concrete	steel
Young's modulus	29000	210000
Compressive strength	36.2	—
Tensile strength	3.5	—
Yield stress	—	245

単位(N/mm<sup>2</sup>)

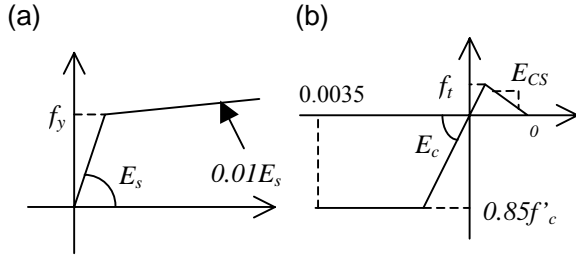


図-3 材料構成則 (a) 鋼材 (b) コンクリート

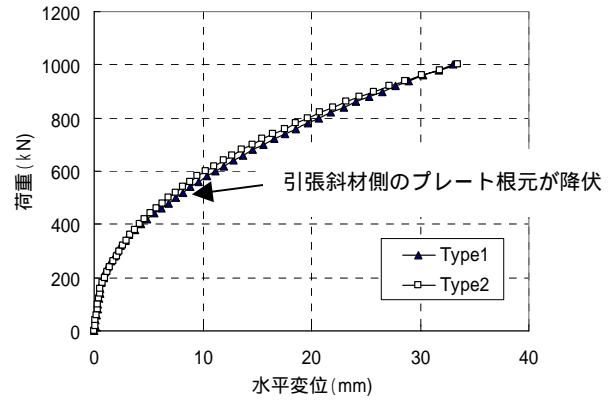


図-4 荷重 水平変位関係

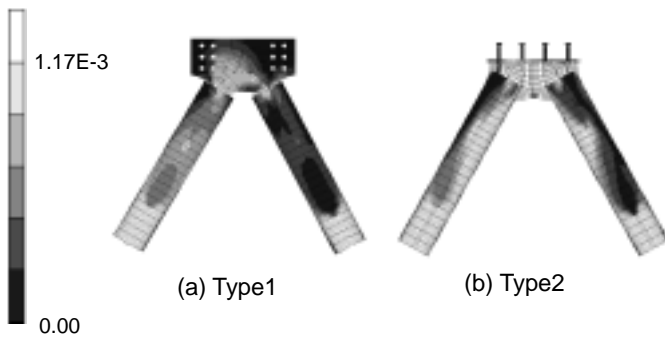


図-5 鋼材のひずみ分布

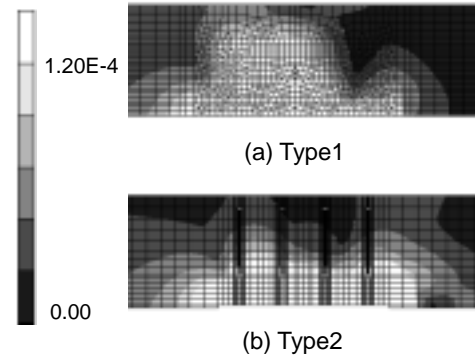


図-6 コンクリートのひずみ分布

より 2 つの格点構造は耐力に関してほぼ同等であることがわかる。荷重 200kN までは弾性域であり、400kN 以降は急激な剛性の低下が確認できた。

### 3.2 鋼材の最大主ひずみ分布

最大荷重時 (=1000kN) における鋼トラス材、格点部の鋼材の最大主ひずみ分布を色分けしたものを図-5 に示す。この図は鋼材の降伏ひずみ  $=1.17 \times 10^{-3} \mu$  を越えた要素を白色で表示している。2 つの図を比較すると、Type1 は引張斜材の接合部分付近を中心として降伏域が広がっているが、Type2 はプレートの全面が降伏していることがわかる。また、鋼トラス材も Type2 の方が塑性域が広範囲に及んでいる。

### 3.3 コンクリートの最大主ひずみ分布

図-6 は最大荷重時におけるコンクリート床版の最大主ひずみ分布を色分けしたものである。最大主ひずみ分布がコンクリートのひび割れ分布に概ね一致することをこれまでに確認している。ここでは、最大主ひずみが  $=1.2 \times 10^{-4} \mu$  (引張強度  $f_t$  に達した時のひずみ) を越えた要素を白色で表示しており、白色箇所をひび割れ領域とみなすと、2 つの図より、コンクリートのひび割れ性状には両者で差異はほとんど見られないものと推察できる。

## 4. まとめと今後の予定

今回 2 タイプの格点部について 3 次元弾塑性有限要素解析を行うことにより、それぞれの構造特性に関して比較・考察を行った。以下に本研究で得られた知見を示す。

- 1) 今回提案した 2 タイプの格点構造は、ほぼ同じ耐荷性能を有すると考えられ、斜材が初期降伏した後も十分な耐力を有することが確認できた。
- 2) コンクリート床版については 2 タイプとも同程度のひずみが生じているが、鋼材は Type2 の方が広範囲にわたって塑性域に達していることが分かった。
- 3) 今後は、鋼材とコンクリート間の付着すべりを考慮することで、実験値と比較しながら格点部の詳細な挙動を把握し、合理的な格点構造を検討していく予定である。