

I - A310

張出し架設される鋼2主鈎桁とRC橋脚の剛結部の非線形FEM解析

九州大学 学生員 下 菡 征史 九州大学 学生員 Huang Ling
九州大学 正会員 彦坂 熙 九州大学 正会員 Liu Yuqing

1. 緒言

山岳地帯を横過する橋梁は架設地点への進入路の確保が難しく、橋脚周辺部にしか資機材を搬入できないことが多いので、張出し架設工法によるラーメン橋が適している。本研究では、製作工数の低減と省力化による経済的メリットが大きいとされる鋼2主鈎桁を橋脚周辺から張出し架設することを前提に、鋼桁とRC橋脚の剛結部の耐荷力を含む力学挙動を、非線形FEM解析により明らかにする。特に、スタッドジベルの非線形挙動のモデル化により、剛結部の鋼主桁、下フランジ、横桁に対するスタッドの最適な配置の決定資料を得ることを、研究の主目的とする。

2. 解析対象構造物の概要

本研究で用いる二次元非線形解析および材料モデルの適用性を検証するために、佐々木¹⁾が載荷試験を行った鋼桁とRC橋脚の剛結部供試体（図-1、文献1のTYPE-2）を解析対象に選ぶ。供試体は想定される実構造の1/7モデルで、桁高600mmの2主桁と橋軸方向に430mmの間隔を持つ2本の中間支点上横桁とが、剛結部のコンクリートを囲む構造になっている。使用鋼材はSS400、鉄筋はSD345、コンクリートの圧縮強度は30MPaである。剛結部における鋼桁とコンクリート間の力の伝達は、腹板内側の4面および主桁下フランジ下面に設置された頭付きスタッドφ16×80を介して行われる。

3. 解析モデルおよび材料モデル

実験と同じく図-1を天地逆にした供試体の、解析に用いた二次元FEMメッシュを図-2に示す。鋼主桁腹板とコンクリートには弾塑性平面応力要素を用い、主桁のフランジ、横桁、鉄筋は何れもバイリニア応カーひずみ関係を持つ一次元棒要素でモデル化した。コンクリートは、最大主応力が引張強度を超えると主応力に直交するひび割れが発生し、その後はひび割れに垂直方向の要素剛性をひずみ軟化則に従って低下させる分布ひび割れモデルを採用する。

図-2のメッシュにおける剛結部の節点1～20には、

キーワード：鋼-コンクリート複合構造、スタッド、有限要素法

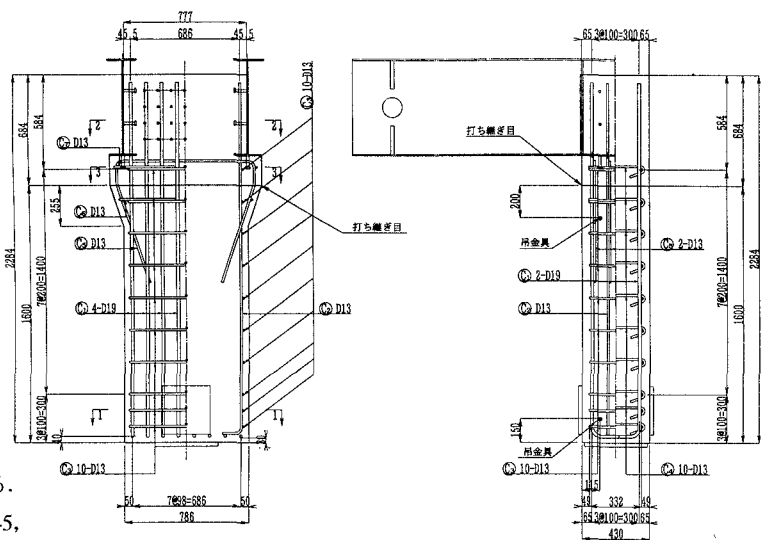


図-1 供試体諸元（株）横河ブリッジ提供¹⁾

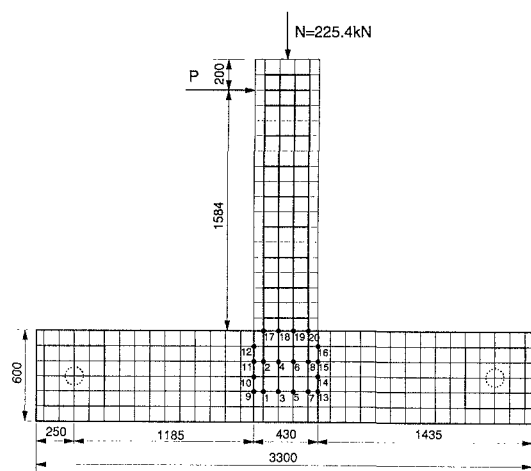
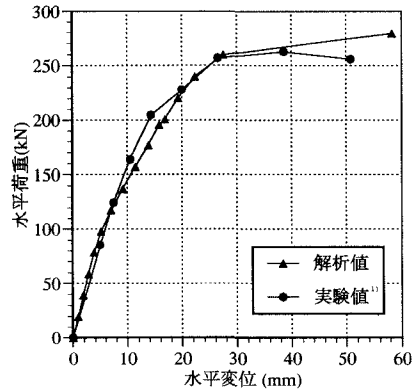


図-2 供試体のFEMメッシュ

解析上のスタッドが X,Y 2 方向の非線形バネ要素として鋼材とコンクリートの節点間に挿入される。スタッドのずれ止め効果を表せん断バネ特性には、押し抜き試験から得られる非線形の荷重－ずれ関係を折線近似して用いる²⁾。主桁下フランジ下面および横桁腹板に配置されるスタッドには、軸方向の非線形バネ特性を考慮する。

4. 解析結果および考察

佐々木らの実験¹⁾は、一定鉛直荷重 $N=23\text{tf}$ (225.4kN) のもとで漸増交番水平荷重 P を加える方法により行われているが、本解析では P を荷重増分法により単調漸増させた。解析による水平荷重－水平変位曲線を実験値（包絡線）と比較すれば、図－3の通りであり、本解析モデルによって供試体の最大耐力に至るまでの非線形挙動を概ねシミュレートできることが分かる。

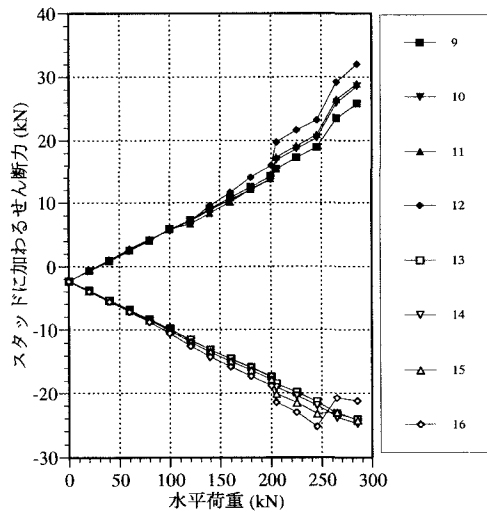


図－3 水平荷重－水平変位曲線

本構造で鋼主桁から RC 橋脚への断面力の伝達に最も寄与するのは、図－2における 2 本の横桁腹板上の節点 9～16 に配置されるスタッドであると想定されている。図－4は、解析により得られた水平荷重 P の増加に伴う横桁腹板上各段のスタッド 1 本当たりのせん断力の変化を示す。二次元解析であるため、これらスタッドの奥行き方向の荷重分担を求められないが、供試体の最大耐力に至るまで各段のスタッドが平均的にはほぼ等しいせん断力を受けていることが分かる。

5. 結語

鋼 2 主桁桁、横桁、RC 橋脚をスタッドにより接合した剛結部の荷重伝達機構は複雑で、その設計法もまだ確立されていない。ここに提示した非線形解析法は剛結部の三次元効果を考慮していないが、今後実構造を対象にした設計荷重に対するパラメトリック解析を行うことにより、設計における簡易計算に有用な資料を提供できるものと考えている。終わりに、本論文で引用した実験データを提供頂いた(株)横河ブリッジの佐々木保隆氏に深甚なる謝意を表する。



図－4 横桁腹板上スタッドの
水平荷重-せん断力曲線

[参考文献]

- 1) 佐々木保隆ほか：鋼・コンクリート複合ラーメン橋の剛結部に関する実験的研究，構造工学論文集 Vol.44A, pp.1447～1457, 1998.3.
- 2) 中島章典ほか：ずれ止めの非線形挙動を考慮した不完全合成桁の弾塑性解析，土木学会論文集, No.537/I-35, pp.97～106, 1996.4.