

張出し架設される鋼2主鈑桁とRC橋脚の剛結部の非線形FEM解析

九州大学 学生員 下 藺 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

従来、鋼鈑とコンクリート部材の剛結を目的とする種々の工法が考案実施されてきたが、その中でも特に、スタッドを用いた剛結法は、経済性および施工性の面からみても最も優れたものである。本研究では、張出し架設される鋼2主鈑桁とRC橋脚からなる複合ラーメン橋を対象に、剛結部の主桁腹板、横桁腹板、主桁下フランジ下面に対す各スタッドの荷重分担率を解析的に検討し、最適配置のための決定資料を提示することを主目的とする。

2. 解析対象構造物の概要

解析の対象構造物として、佐々木ら¹⁾が載荷試験を行った鋼桁とRC橋脚の剛結部供試体を用いた。供試体は想定される実構造の1/7モデルで、RC橋脚と鋼2主桁で構成される剛結周辺部の構造を抽出したものである。また使用された鋼桁・鉄筋・コンクリートの各材料定数は表-1に示すものであり、鋼材はSS400、鉄筋はSD345を用いている。

3. 剛結部に溶植されるスタッドのモデル化

実験と同様に、実橋の天地を逆にした供試体(立体図)を解析モデルに選び、その二次元FEMメッシュは図-1に示すものとした。剛結部の節点1~14には、図-2のようにX,Y2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解析上のスタッドが挿入される。鋼主桁腹板(1~4)に溶植されるスタッドは、X,Y2方向の二方向せん断力を同時に受けもつリンク要素を、横桁腹板(5~12)と主桁下フランジ下面(13~14)に溶植されるスタッドは、せん断力と軸力を同時に受けもつリンク要素でモデル化を行った。

表-1 構造物の各材料定数

材料	ヤング係数 (GPa)	ポアソン比 γ	強度 (MPa)
鋼桁	205.8	0.30	(降伏) 245
帯鉄筋($\phi 13$)	205.8	0.30	(降伏) 383
主鉄筋($\phi 19$)	205.8	0.30	(降伏) 388
コンクリート 一般部	27.44	0.17	(引張) 2.8 (圧縮) 31.0
コンクリート 剛結部	27.44	0.17	(引張) 2.6 (圧縮) 29.3

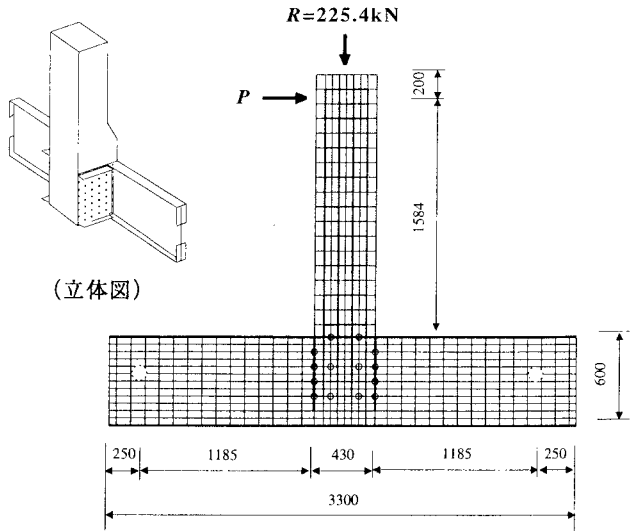


図-1 供試体のFEMメッシュ (単位 mm)

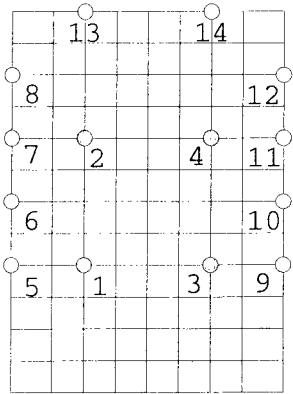


図-2 スタッド配置概要

4. 各種スタッドの荷重分担率

本解析では、一定鉛直荷重 $N=225.4\text{kN}$ の载荷のもとで水平荷重 P を荷重増分法により単調漸増させる方法を用いた。解析の結果得られた水平荷重と水平変位の関係を実験値（正負交番载荷による包絡線）と比較し、図-3に示す。本解析モデルを用いることで、降伏荷重を経て最大荷重に至るまでの挙動を概ねシミュレートできることが分かる。ここに、 λ は P に対する荷重係数であり、供試体の設計荷重($P=78.4\text{kN}$)を $\lambda=1$ としている。

図-4は λ に対する各種スタッドのモーメント荷重分担率を表す。 $\lambda=1$ のときは、鋼2主鈑桁からRC橋脚へのモーメントの伝達に最も寄与するのは、主桁下フランジ下面に溶植されたスタッドの軸力によるものであることがわかる。また、横桁腹板上のスタッドの軸力によるモーメント荷重分担率は、 $\lambda=1.625$ になるまで増加していく傾向がみられるが、 $\lambda=1.75$ では、急に分担率が減少している。このとき、主桁下フランジ下面の引張り側のスタッドが引抜き破壊を起こしていることが要因として考えられる。

5. スタッドの最適配置

剛結部に生じる曲げモーメントは、スタッドのせん断力だけでなく、横桁腹板とRC橋脚の間に生じる支圧で伝達される効果も大きいことから、その曲げモーメントを横桁腹板上のスタッドのみが分担するとみなし設計を行えば、スタッドの必要本数は著しく増大してしまうことになる。

本解析結果から得られるスタッドの最適配置に関する資料として、主桁腹板上のスタッドの効果は小さいこと、また、横桁腹板上とRC橋脚の間に生じる支圧の効果は大きく、それを考慮した設計が合理的であることなどが挙げられる。

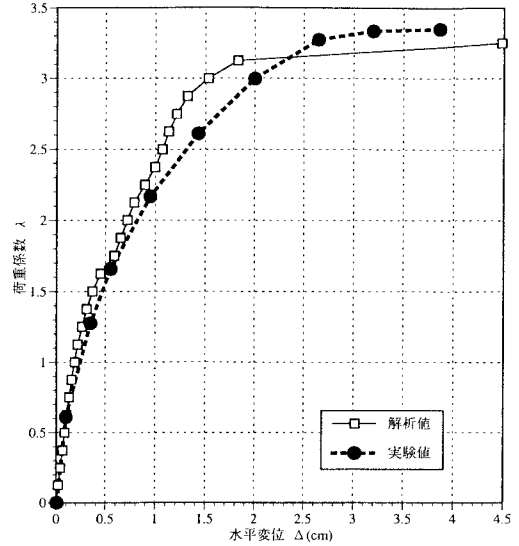


図-3 荷重係数-水平変位曲線

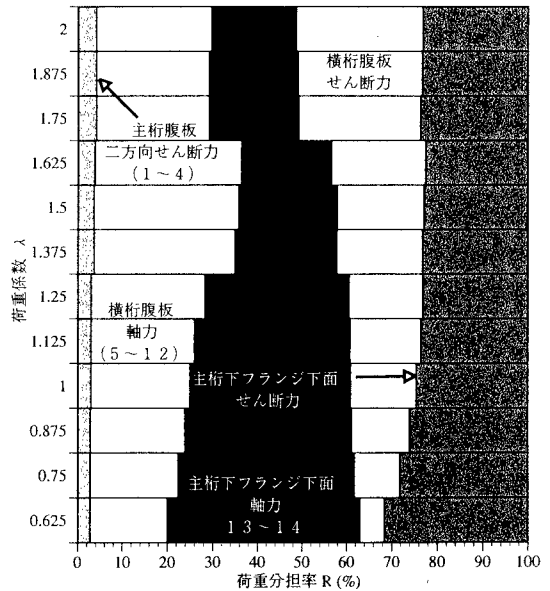


図-4 各種スタッドのモーメント荷重分担率

[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) Liu Yuqing, 彦坂 熙ほか:スタッドの非線形挙動を考慮した2主鋼桁と鉄筋コンクリート橋脚の剛結部の有限要素解析,応用力学論文集, Vol.1 1998.9.