

鋼桁・コンクリート接合部の局部変形が全体挙動におよぼす影響

大阪大学大学院 学生員○佐藤 徹 大阪大学工学部 正 員 大谷恭弘
大阪大学工学部 正 員 福本 晴士 大阪大学工学部 正 員 松井繁之
阪神高速道路公団 正 員 南 庄 淳

1. はじめに 異種材料を同じ構造システムの中に用いた複合構造では、異種材料間の接合部が存在する。接合部は構造システム全体の挙動に影響を与えることが考えられ、その力学性状を把握することが重要である。鋼桁(合成桁)を桁エンドプレートとRCからなる接合部を介して連続化させた複合構造のモデルに対し実験を行った結果、エンドプレート局部変形が桁全体挙動に影響を及ぼすことがわかった。ここでは、その影響を解析的に評価するため有限要素法により数値解析を行い検討する。

2. 実験概要 接合部モデルを2種類考えた。一つは接合部で拡幅を行い断面形状が矩形のもの(以下供試体A1と呼ぶ)、もう一つは拡幅を行わず断面形状がT形のもの(以下供試体A3と呼ぶ)である。拡幅あり接合部と拡幅なし接合部の配筋等をそれぞれ図-1と図-2に示す。これら供試体の接合部に対し正曲げを作用させた。実験についての詳細は参考文献1), 2)を参照されたい。

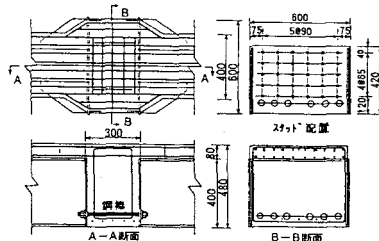


図-1 拡幅する接合部周辺の配筋とスタッド配置

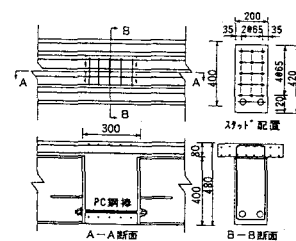


図-2 拡幅しない接合部周辺の配筋とスタッド配置

3. 解析方法 解析では供試体を幅方向に一樣と仮定して2次元平面応力問題に簡易化するとともに、モデルは対称性を考慮し2分の1構造とした。また、通常の解析の他に接合部におけるエンドプレートを剛板とした場合、すなわちRC接合部とエンドプレートとの材料境

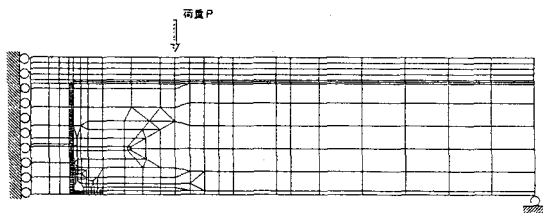


図-3 解析モデル

界面における平面保持と変形の連続性を強制した場合についても合わせて解析を行った。図-3に要素分割図および境界条件を示す。対称軸(支間中央軸)では水平方向に拘束、鉛直方向に自由とし、支点では鉛直方向にのみ拘束した。解析では載荷点に強制変位を与え、その反力より載荷荷重を求めた。解析で用いた材料モデル、要素モデルについて表-1、表-2に示す。なお、平面問題にモデル化するため材料定数等を単位厚さに圧縮した場合に換算して与えている。そのため、供試体A1とA3の解析モデルにおける相違点は次の通りである。

- 1) エンドプレート要素の剛性
- 2) 接合部コンクリート要素の剛性
- 3) エンドプレートに溶接されたスタッドの断面積
- 4) 接合部手前合成桁部の横リブの存在の有無

表-1 解析材料モデル

鋼	完全弾塑性モデル (von Misesの降伏基準)
コンクリート	破壊基準 : William-Warnkeの5 th ラメーターモデル クラックモデル : Smeardクラックモデル

表-2 解析要素モデル

鋼桁, エンドプレート, 床版 接合部コンクリート	2次元アイソパッドマトリックス要素
鉄筋, 鋼棒	トラス要素
スタッド	上フランジ : 無視(コンクリートと上フランジ間隙) エンドプレート : トラス要素

供試体A1のRC接合部に配した π - π 筋および拡幅フランジは本解析では無視した。

4. 解析結果

○接合部界面の変形状態

供試体A1について界面変形の変状と要素状態について図-4に示す。図中の○印は鋼の降伏領域を表す。実線、破線はコンクリートのクラックである。

なお、図に示した変形状態は変位を70倍に拡大して示したものである。

図よりRC部とエンドプレート部の間の開きを見ることができる。これは載荷の初期段階から生じており、実験中においても観察できた現象である。接合部コンクリートのクラックは、まず鋼棒要素とコンクリート要素との接点に最初に認められた。実際には、これらの付着が切れることに対応していると考えられることができるかもしれない。その後クラックの発生領域が広がるとともにスタブ周辺から発生したクラックとつながっている。さらに載荷が進むと、鋼棒定着部付近のウェブが降伏し、エンドプレートの局所変形は鋼棒より下部で卓越しているのがわかる。

○解析結果と実験値の比較と考察

解析値と実験値の比較をハソ中央の鉛直変位と接合部内鋼棒の応力について行った。供試体A1については図-5に供試体A3については図-6に示す。

供試体A1については、鋼棒の応力、変位とも実験値と解析値はよく一致している。供試体A3については、鋼棒の応力は比較的良好に一致しており接合部コンクリートにひびわれが入った後の鋼棒の負担する引張力が増加する現象もとらえているが、変位は載荷直後より違った傾向を示している。荷重-変位関係において両供試体間で差が生じた理由として、A1では接合部を拡幅することによりエンドプレートに作用する力の分散がはかれ、幅方向の変形があまり生じなかったことから3次元的影响が少なかったことが考えられる。それに対し、供試体A3では引張力が集中することからエンドプレートに幅方向の曲げが入るとともに変形も生じたためと考えられる。

エンドプレートの剛性の影響について考えてみると、荷重-鋼棒応力関係においては、供試体A1、A3ともエンドプレートの変形を許す解析値とエンドプレートが剛な場合の解析値との間ではほとんど差が生じていない。一方、荷重-変位関係では明らかに通常の解析値の方が変位が大きくなっている。

このことより、エンドプレートの剛性すなわちエンドプレートにおける局所変形量は、接合部のRCとしての機能に重大な影響を与えるものではないが、桁全体に対する変形挙動に関与し大きな影響を及ぼしていると考えられる。

5. まとめ

本研究では接合部挙動ならびにエンドプレートの局所変形の評価を目的として、RC接合部に正曲げが作用する場合の供試体A1、A3に対し2次元問題として有限要素解析を行った。

- ・接合部RCとエンドプレートとの界面で載荷初期の段階から開きが生じている。
- ・エンドプレートの剛性は、接合部のRCとしての機能に影響を与えない。
- ・エンドプレート局所変形は、桁全体に対する挙動に大きな影響を及ぼす。

参考文献

- 1) 佐藤・小山・大谷・松井・福本・南荘: 単純合成桁の連続化における接合部の力学挙動に関する基礎的研究、混合構造の力学的挙動と設計・施工に関するシンポジウム論文集、日本コンクリート学会、東京、平成3年12月
- 2) 佐藤・小山・大谷・松井・福本・南荘: 単純合成桁の連続化における接合部の力学挙動、平成4年土木学会関西支部年次学術講演概要集

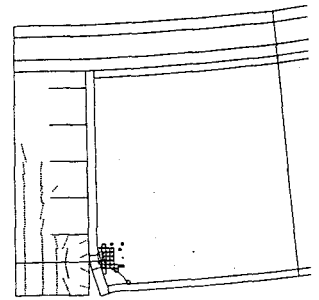


図-4 界面変形状態
(供試体A1; 荷重24tonf時)

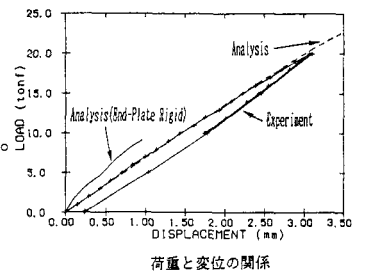
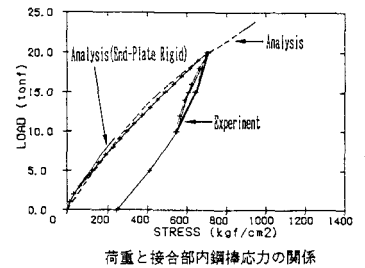


図-5 供試体A1

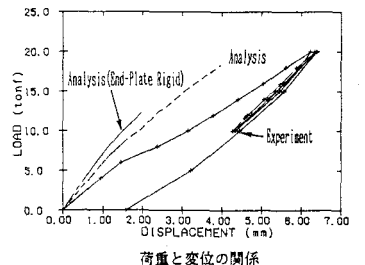
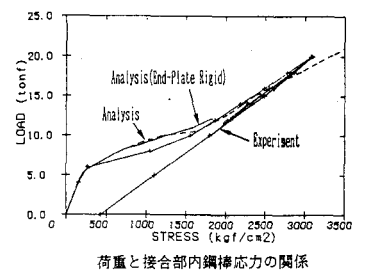


図-6 供試体A3