コンクリートを部分充填した鋼 Ι 桁の解析的研究

トピー工業(株) 鉄構事業部 正会員 林 健治、小野昌二 東海大学 工学部 土木工学科 正会員 中村俊一

1. はじめに

連続桁の中間支点付近における下フランジやウェブの局部座屈を 防止する対策として、著者ら¹⁾はコンクリートを部分充填した鋼 I 桁構造を提案し、種々の載荷実験^{1),2)}を通して、十分な耐荷力と変 形性能を有することを明らかにした。

本報ではFEM解析を実施して、実験結果との比較により解析結 果の妥当性を検証するとともに、提案構造のような鋼-コンクリー ト複合構造における解析仮定や解析条件を明確にすることを目的と した。

2. 解析方針

解析モデルは図1の通りであり、A-S1(鋼桁)、A-C1(充 填桁)、A-S2(鋼桁)、A-C2(充填桁)の4つのケースに ついて解析を行った。解析コードにはMARCを用い、3次元モデ ルによる弾塑性有限変位解析を行った。上下フランジ、ウェブ、 垂直補剛材にはシェル要素、コンクリートにはソリッド要素、鉄 筋には梁要素を用いた。図2に示すように、鋼板とコンクリート の結合は、実験結果との整合性から、全て剛結(節点共有)とし

た。実際、コンクリートは垂直補剛材、ウェブにより分離されているが、ここでは連続 して繋がっているものとして取り扱った。コンクリートには引張によるクラ ックの発生と圧壊が考慮できる分散ひび割れモデルを適用した。鉄筋はコン クリートのソリッド要素間に設け、鉄筋とコンクリートの結合、鉛直鉄筋と フランジの結合はいずれも剛結とした。図3に示すように、鋼材(フランジ、 ウェブ)の材料構成則は、試験体と同ロットで採取した引張試験結果に基づ いて設定した。また、コンクリートの材料構成則は、圧縮強度(oc)につい ては試験体と同ロットで採取した圧縮試験結果、引張強度(ot)については 割裂試験結果に基づいて設定し、引張強度に達した後の引張軟化を表す係数

(Es) も考慮した³。鋼部材については、製作段階で生じたウェブ・フラン

3. 解析結果および考察

図4に各解析モデルの荷重-変位関係(図1-a点の鉛直変位)における実験と解析の結果を示す。鋼桁A -S1、A-S2については、解析値の実験値に対する最大耐荷力の比率はそれぞれ1.02、0.93であり、比 較的よく一致している。また、荷重-変位曲線の傾向も比較的一致している。一方、コンクリート充填桁A-C1、A-C2については、それぞれ0.85、0.84であり、実験値を下回っている。A-C1は最大荷重時以 降、実験結果および解析結果ともにコンクリートの圧壊によって荷重が低下している。A-C2も同様に、 最大荷重時以降でコンクリートの圧壊による荷重の減少が見られるが、実験ではこのような荷重の低下は見 キーワード:部分充填、FEM解析、コンクリート、引張軟化 連絡先:〒441-8510 愛知県豊橋市明海町1番地,TEL.0532-25-9551, FAX.0532-25-9557

 200
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P
 P





図3 材料構成則





られなかった。以上から、鋼桁では解析値と実験値は比較的よく一致しているが、コンクリートを充填した場

合、解析値は実験値よりも小さい傾向を示す。そこでA-C1を 対象として、コンクリート材料の定数に着目して、パラメトリ ック解析を行い、荷重-変位曲線について比較・検討した。図5 は、コンクリートの圧縮強度を変化させた場合の荷重-変位曲 線である。コンクリート圧縮強度を1.5倍、2倍にした場合、コ ンクリートの圧壊の発生が遅れることにより最大耐荷力は増大 するが、降伏以降の接線剛性はほとんど変わらない。図6はコン クリートの引張強度を変化させた場合の荷重-変位曲線である。 引張強度を増大させた場合、初期接線剛性が高くなる。図7は コンクリートのEs を変化させた場合の荷重-変位曲線である。 Es を小さくすると、荷重-変位曲線の形状および最大耐荷力 が実験値に近づく傾向にある。

4. おわりに

FEMによる解析結果と実験結果を比較することにより、解 析仮定や解析条件の妥当性を確認・検証した。また、特に、解 析条件として、コンクリートの引張軟化を表す係数を小さくす ると、解析値は実験値に近づく傾向にあることがわかった。今 後、これらの条件の妥当性をより詳細に検討し、実験結果を忠 実に再現できる解析モデルの構築を行いたい。また、そのモデ ルを用いて、実験では検証が困難な項目について、パラメトリ ック解析を行っていきたい。

参考文献

- 中村ら: コンクリートを部分充填した鋼 I 桁に関する実験的研 究, 鋼構造論文集, 第9巻, 第36号, pp79-92, 2002.12
- 小野ら:曲げとせん断を同時に受けるコンクリート部分充填鋼
 I桁の耐荷性能,土木学会年次講演会,2003
- 3) 土木学会: コンクリート標準示方書,構造性能照査編, 2002
- 小松ら:補剛板の溶接残留応力および初期たわみに関する実験的研究,土木学会論文報告集,第265号,pp25-35 (1977.9)

