合成桁の終局曲げ強度特性の解明に関する研究

トピー工業 正会員 北川将士

長岡技術科学大学 正会員 長井正嗣,岩崎英治

埼玉大学 正会員 奥井義昭 JH 試験研究所 正会員 稲葉尚文

1.目的

近年,橋梁建設コスト縮減が強く求められており,各機関あげて対応に取り組んでいる状況にある.鋼橋設計では,鋼重量ミニマムを基本コンセプトとする設計(薄肉多補剛)から,一層のコスト縮減を意図した桁本数の少ない少数主桁橋へと移行し,1990年代の終わり頃からは連続合成桁の建設が活発化している.しかし橋システムが極めてシンプルな構造形態のため,更なるシンプル化によるコストダウンは限界となり,最近ではコスト縮減に向けた閉塞感が漂っている.

そこでこの打開策として、シンプルな構造への改革、移行に加えてデザイン改革の同時導入を提唱している、 具体的には、コンパクト断面設計の導入により、前述 の合成少数主桁形式の終局曲げ強度が現行設計に比べ て約25~30%のアップが期待できることから、コスト ダウンが可能であると考えられる。

以上より、本研究では、正曲げモーメント作用時の活荷重合成桁を対象として FEM 弾塑性解析を行い、終局挙動および曲げ強度特性を解明して、終局状態が全塑性状態に達する最小腹板厚を同定することを目的とする。また、EC のコンパクト断面の定義に関する規定についても一考察を加える。

2.計算モデル

2 主桁橋を対象とした合成断面を図1に示す なお , 腹板高 (h_w) は 2,500 mm と 3,000 mm とし , モデルのアスペクト比()を 3.0(現行道路橋示方書 1 では最大 1.5まで許容)とした合成桁を対象としている .

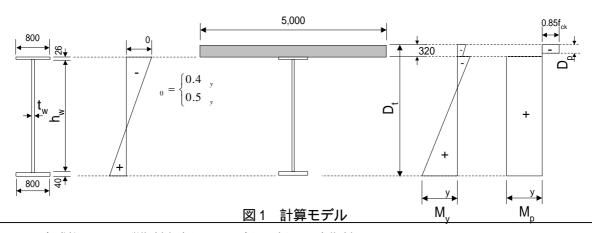
ここで,鋼桁は4節点シェル要素で,床版は8節点 ソリッド要素でモデル化しており,単純支持における 対称性から構造の半分を簡略化してモデルを作成した. また,腹板高,板厚,材質,初期導入内力をパラメー タとした72 モデルを用いて解析を行った.

3.材料特性

鋼材では,降伏条件として Von Mises の降伏条件を用い,SM400,SM490Y,SM570 の 3 種類の材質を用いた.また,コンクリートの応力 - ひずみ曲線は,コンクリート標準示方書 ²に示す軟化領域を持たない構成則を用いて定義した.また等方硬化,関連流れ則を仮定し,降伏条件として Mohr -Coulomb の降伏条件を用いている。

4.荷重条件および境界条件

荷重条件は,活荷重合成桁を念頭に,鋼桁状態に荷 重を作用させて初期内力(₀)を導入し,その後床版を



キーワード 合成桁, FEM 弾塑性解析, コンパクト断面, 全塑性モーメント

〒940-2188 長岡市上富岡町 1603-1 長岡技術科学大学環境建設系 TEL: 0258-47-9602 FAX: 0258-47-9600

取り付けた合成桁に荷重を負荷した.また境界条件として,支間中央においては対称性を考慮し,支点上では鉛直支持した.

5.解析結果と考察

図 2, 図 3 に , h_w=3,000mm における SM400 , SM570

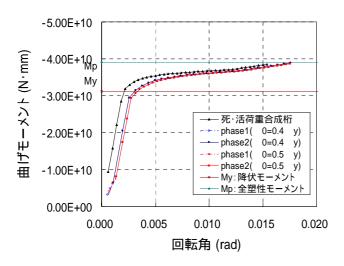


図 2 曲げモーメントと回転角の関係(SM400)

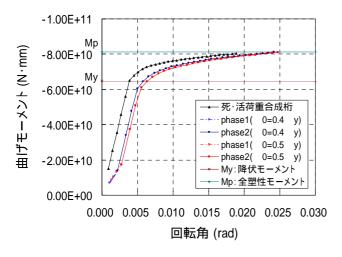


図3 曲げモーメントと回転角の関係(SM570)

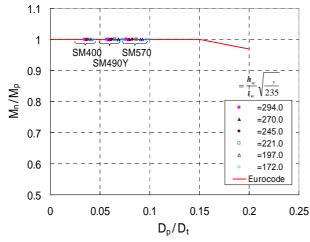


図4 終局モーメントと塑性中立軸の関係

の結果を示す.死・活荷重合成桁,活荷重合成桁での $_0$ =0.4 $_y$, 0.5 $_y$ のいずれのケースも,降伏モーメント (M_y) に達するあたりから回転角の線形性が失われ,最終的に全塑性モーメント (M_p) に達することがわかる.また死・活荷重合成桁の場合は,当然のことながら同じ作用モーメントに対して常に小さい回転角を示し,全塑性モーメントに達する.一方,活荷重合成桁を対象とした 2 つの phase (鋼桁のみと合成桁)解析においては,初期応力 $_0$ の影響はあまり大きくなく, $_0$ =0.5 $_y$ が架設時に導入されていたとしても, M_p に達することがわかる.なお, h_w =2,500mm のケースでも, h_w =3,000mm で考察したものと同様の結果が得られている.

図 4 に本計算結果を整理したものを示す.今回の計算モデルの塑性中立軸(P.N.A.)は全て床版内にあるが,この場合,全てのケースで M_p 以上となる.なお,Eurocode では, $D_p/D_i < 0.15$ で $M_n/M_p = 1.0$ と定義している.また,CEB - FIP90 3 にて与えられている軟化曲線(コンクリート構成則)を採用した計算結果は,今回の結果と差異がないことを確認している.

6 . 結論

本研究で得られた結論を要約すると以下のようになる.

- 1) 塑性中立軸が床版内にある全てのケースで,終局曲 げ強度は降伏モーメントを超え,全塑性モーメントに 達した. Eurocode の設計式と対応する.
- 2)活荷重合成桁では ,初期応力 $_0$ の影響はあまり大きくなく , $_{0}$ =0.5 $_{y}$ が架設時に導入されていたとしても ,全塑性モーメントに達した .

今後,実験による確認が必要と考えられる.

参考文献

- 1)(社)日本道路協会:道路橋示方書・同解説,I共通編, 鋼橋編, 丸善, 2003
- 2)(社)土木学会: コンクリート標準示方書, 基準編, 丸 善, 2002
- 3) COMITE EURO INTERNATIONAL DU BETON:
 CEB FIP MODEL CODE 1990, Thomas Telford
 House, 1993