

合成床版橋における格子解析と3次元FEM解析との比較

長崎大学大学院 学生会員 ○岩切 匠 長崎大学工学部 正会員 中村聖三
 (株)片山ストラテック 正会員 森 圭司 長崎大学工学部 フェロー会員 高橋和雄
 川鉄橋梁鉄構(株) 正会員 上村明弘 川鉄橋梁鉄構(株) 正会員 神田恭太郎

1. まえがき

鋼-コンクリート合成床版橋は、桁下空間に厳しい制約がある場合や斜角のきつい場合などへの優れた適用性から、採用実績が増加している構造形式である。近年、コンピュータやソフトウェアなどの機能の向上により、FEM解析を用いて複雑なモデルを対象とした解析をすることが可能となってきたが、合成床版橋の設計における構造計算では、計算コストや汎用性の高さから格子解析を用いるのが一般的である。しかしながら、格子解析が実構造の挙動を十分に表現できているかについては疑問が残る。そこで本研究では、床版の斜角、幅員、載荷条件を解析パラメータとして格子解析と立体FEM解析を実施し、両者の結果における相違について検討する。

2. 対象とする構造

解析対象は、図-1に示すような鋼桁断面にコンクリートを充填した合成床版橋であり、橋長を20m、幅員を5.2mとする。

3. 解析概要

格子解析、FEM解析ともに、載荷条件は全面等分布載荷(1kN/m²)、支持条件は、鉛直バネ剛性値 2.56×10^5 kN/mのバネ支持とする。

3.1 格子解析

格子解析は任意形格子桁の計算プログラムVer.4 (FORAM8社製)を用いて実施した。格子解析における主桁の位置を図-2に示す。格子の主桁は各主桁の腹板位置(0.87m間隔)に配置した。横桁は2m間隔に、支承線と平行になるよう配置した。主桁・端部横桁・中央部横桁の断面定数を表-1に示す。それぞれの断面定数はコンクリート全断面を有効として算出した。主桁の断面2次モーメントは腹板を中心に0.87m幅を対象として、コンクリート部分を鋼と置き換えて算出した。ねじり定数は、底鋼板を含めた幅員方向全断面を対象に鋼をコンクリートと考え、主桁本数で等分し主桁1本あたりのねじり定数を算出した。横桁の断面2次モーメントはそれぞれの分担幅を対象としコンクリート部分を鋼と置き換えて算出した。ねじり定数は、それぞれの分担幅を対象とし底鋼板を含む全断面をコンクリートと考え算出した。鋼の材料特性は、弾性係数を200kN/mm²、せん断弾性係数を77kN/mm²とした。

3.2 立体FEM解析

立体FEM解析は汎用有限要素解析ソフトウェアMARCを用い、線形弾性解析として実施した。解析モデルの要素分割については、ウェブの高さ方向に4分割、フランジ幅方向に

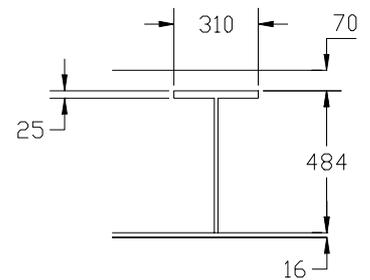


図-1 断面図

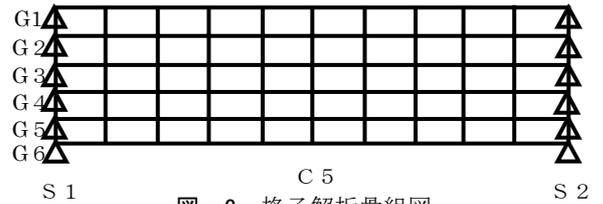


図-2 格子解析骨組図

表-1 格子解析における断面定数

主桁	断面2次モーメント (m ⁴)	0.00323727
	ねじり定数 (m ⁴)	0.00786800
端部横桁	断面2次モーメント (m ⁴)	0.00306226
	ねじり定数 (m ⁴)	0.00622700
中央部横桁	断面2次モーメント (m ⁴)	0.00612452
	ねじり定数 (m ⁴)	0.01600100

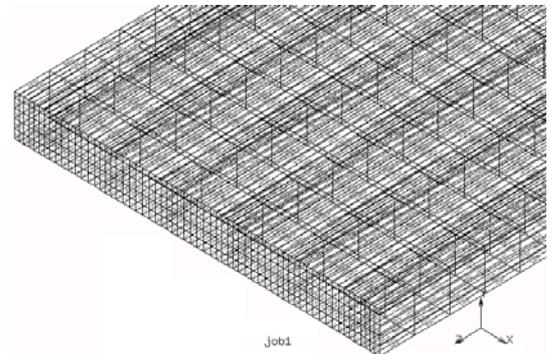


図-3 FEM解析モデル

キーワード：合成床版橋、格子解析、FEM解析

連絡先：長崎大学工学部社会開発工学科 〒852-8521 長崎市文教町 1-14 TEL：095-819-2613 FAX：095-819-2627

4 分割，底鋼板の幅方向に 62 分割，橋軸方向には 40 分割とした．S1 側端部のメッシュ分割図を図-3 に，使用材料の材料特性，使用要素を表-2 に示す．

4. 解析結果

紙面の都合上，本文では斜角の影響をパラメータとした解析結果のみを示し，その他の場合については，講演当日示すこととする．

支間中央のたわみを図-4 に示す．直橋の場合はたわみ値の誤差が 3%程度と比較的一致している．斜橋の場合は直橋と比較してたわみ値は減少しているが，格子解析結果は FEM 解析結果に対して 37%程度大きな値となった．

S1 側の反力値を図-5 に示す．FEM 解析結果では鈍角側(G6)に反力が集中しており，格子結果に対して 2 倍程度となっている．この傾向は斜角が小さくなるに従って強くなっている．鈍角側と鋭角側の外桁を除いた部分では，格子結果の反力値が大きくなっている．

支間中央のコンクリート上部の橋軸方向直応力を図-6，T 形鋼上面の橋軸方向直応力を図-7，底板下面橋軸方向直応力を図-8 に示す．それぞれ直橋においては，比較的良く一致している．しかし，斜橋(斜角 45°)では，コンクリート上部の橋軸方向直応力において，格子解析結果は FEM 解析結果と比較し 30%程度大きくなっている．T 形鋼上面橋軸方向直応力では，最大で約 25%程度格子解析結果が大きくなっている．底板下面橋軸方向直応力においては，比較的良く一致している．

5. まとめ

本研究では，直橋と斜橋(斜角 45°)のFEM解析と格子解析の結果を示した．たわみ・支点反力・橋軸方向直応力は直橋の場合には両者で比較的一致したが，斜橋においては底板下面橋軸方向直応力を除いて一致せず，格子解析結果がFEM解析結果に比べて安全側の結果となった．一般にはFEM解析結果が実現現象に近いと考えられるが，別途検討した結果によると，特に斜橋において要素分割等の解析条件の影響が大きく，格子解析とFEM解析のいずれが実構造物の挙動を精度よく再現しているか，現時点では明確でない．また，格子解析についても，斜橋の場合，2 種類の横桁配置方法が考えられ，それにより解析結果が異なることが報告されている¹⁾．今後，実験結果との比較などを通して，FEM解析の精度を検証するとともに，実現現象にできるだけ近い結果を得るための格子解析方法について検討していく予定である．

参考文献

- 1) 今村晃久，毛利忠弘，角田與史雄：中空床版橋の設計用解析モデルに関する考察，構造工学論文集，Vol. 46A(2000年3月)

表-2 使用材料の材料特性と使用要素

使用材料	材料特性		使用要素
	ヤング係数(N/mm ²)	ポアソン比	
鋼材(SM490Y)	200000	0.3	4節点厚肉シェル
コンクリート	28000	0.17	8節点3次元ソリッド

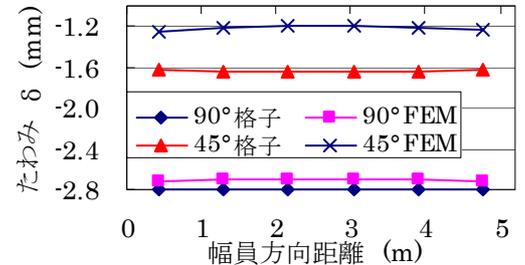


図-4 各モデル支間中央のたわみ

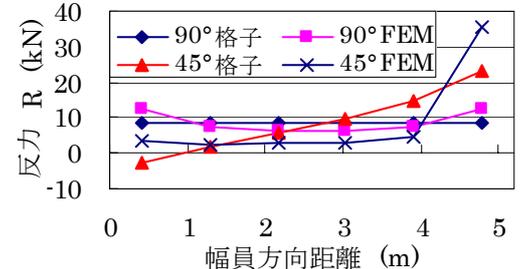


図-5 各モデル S1 側支点反力

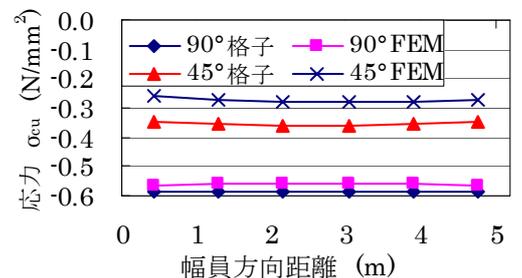


図-6 コンクリート橋軸方向直応力

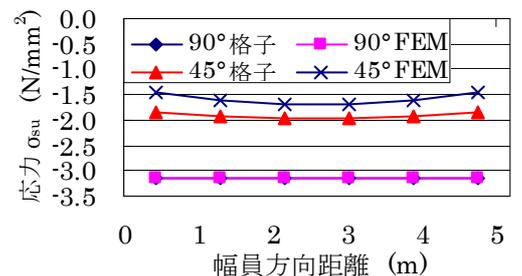


図-7 T 形鋼上面橋軸方向直応力

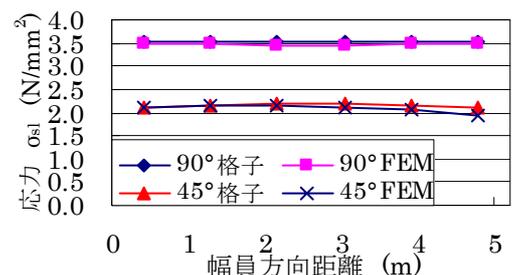


図-8 底板下面橋軸方向直応力