ＦＥＭ解析のモデル化における最適化についての検討

早稲田大学大学院理工学研究科　　学生会員○和光　太郎
早稲田大学大学院理工学研究科　　フェロー　依田　照彦
早稲田大学社会環境工学科　　学生会員　井上　晋

１．はじめに

近年のコンピューター及び有限要素解析ソフトの目覚ましい発展により，これまで困難と考えられていた多くの複雑な構造物の解析が比較的容易に行える環境が整ってきた。有限要素解析により，橋梁全体の実挙動を高精度に求めることも可能になってきた。そこで，標準的な設計手法の一つとしてＦＥＭ解析を用いる設計手法を位置付け，設計に積極的に適用したいとの流れがある。しかしながら，ＦＥＭ設計手法はまだ開発途中であり，今後整備していくべき課題が多い。そこで本研究では，解析のモデル化の違いが解析結果に与える影響を調べる。

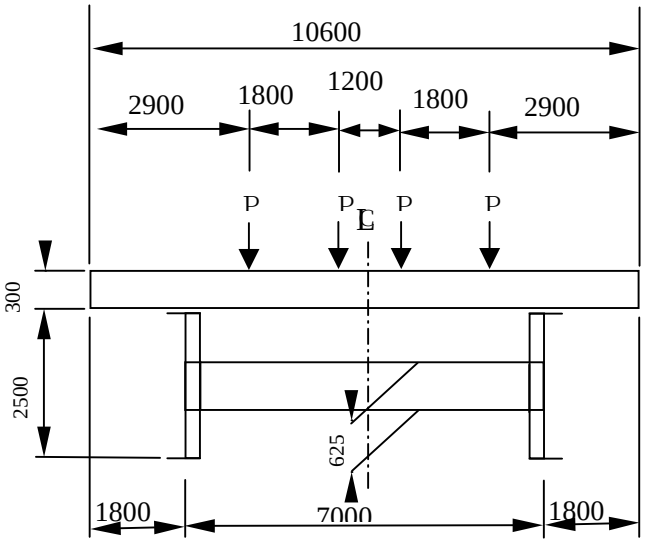


図１　載荷位置と断面図

２．解析対象

本研究では汎用有限要素プログラム ABAQUS を使用し，実橋梁のハーフモデルを解析の対象とする。また，使用する要素は，主桁と床板を結ぶスタッドをはり要素で表現し，それ以外はすべてシェル要素でモデル化している。解析手法のパターンとして，次の４通りを行った。

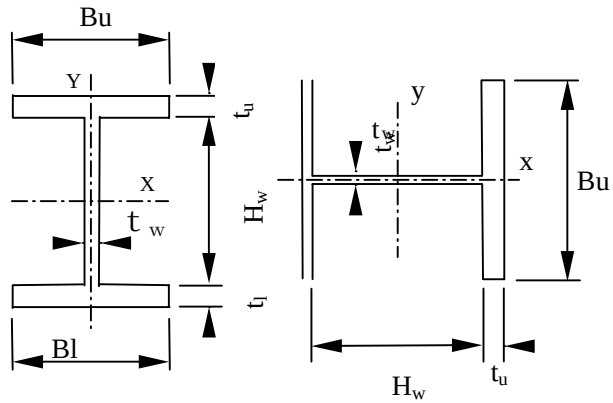
１）スタッドを鋼のはり要素とし，横桁をとりつけているモデル
２）スタッドを鋼のはり要素とし，横桁をはずしているモデル
３）スタッドを剛体とし，横桁を取り付けているモデル
４）スタッドを剛体とし，横桁がはずしているモデル

また，モデルの床板はコンクリートとし，ヤング係数を $E=3.6\times10^{10}(N/m^2)$とした。主桁，横桁，その他の補剛材は鋼材としヤング係数を $E=2.1\times10^{11}(N/m^2)$としてモデルの自重を無視し解析を行った。図１に示すように床板の橋軸方向中央，つまり 20m の位置の４点に集中荷重を載荷した。なお，橋の全長は 40m である。

なお、図４には FEM モデルの全体図を、図５には FEM におけるスタッドの取り付け詳細図を示した。

表１　断面諸元

	主　　桁	端　横　桁	中間横桁	鉛直補剛材 フランジあり
B_u(mm)	600	400	400	400
t_u(mm)	28	20	20	20
H_w(mm)	2500	1875	625	300
t_w(mm)	12	9	9	9
B_l(mm)	600	400	400	-
t_l(mm)	60	20	20	-
A(cm^2)	828	328.75	216.25	107
I_x(cm^4)	9.3991×10^6	1.931×10^6	1.847×10^5	1.067×10^4
I_y(cm^4)	1.584×10^5	2.134×10^4	2.134×10^4	7.193×10^3



主桁，端・中間横桁　　フランジ付き鉛直補剛材

図３　解析対象断面図

キーワード　　ハーフモデル　スタッド　FEM 解析
連絡先　〒169-8555　東京都新宿区大久保 3-4-1　早稲田大学社会環境工学科　依田研究室

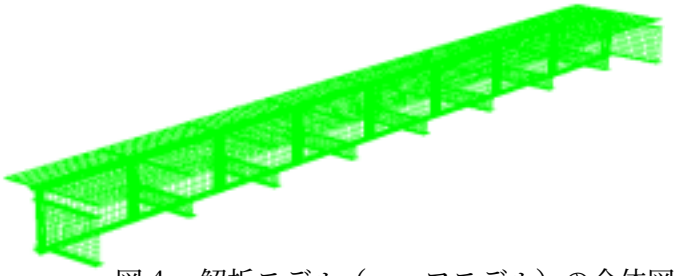


図４　解析モデル（ハーフモデル）の全体図

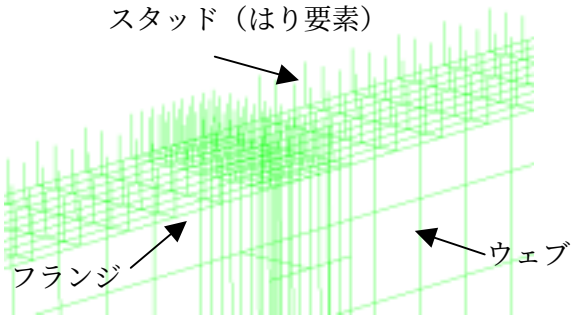


図５　スタッド取り付け詳細図

３．解析結果

まず図７に示す横桁があるモデルの解析結果に着目すると，どの解析タイプも載荷点近傍で多少の誤差があるものの，よく似た挙動を示していることがわかる。そして，グラフ中央部で圧縮応力が集中している部分については，スタッドを剛体のはり要素にしているモデルの方がスタッドを鋼のはり要素にしているモデルより参考資料による値に近い値になっている。一方，載荷点に挟まれている範囲ではスタッドをスティールにしているモデルのほうが参考資料の値に近くなっている。

ところが，図８に示す横桁のないモデルの解析結果に着目すると、スタッドを鋼のはり要素としているモデルは参考資料の値と非常に近い値をとることがわかる。そしてスタッドを剛体のはり要素としているモデルの挙動は明らかにずれていることがわかる。

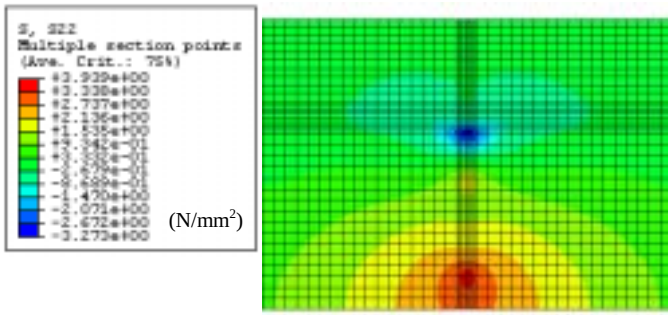


図６　載荷点近傍の橋軸直角方向応力図

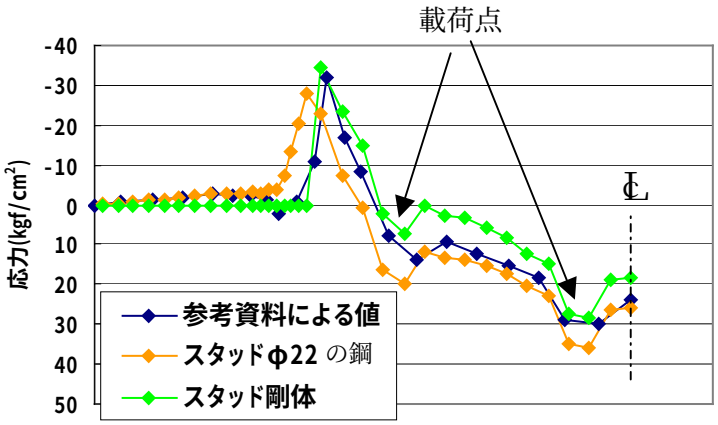


図７　床板主筋方向応力（横桁あり）

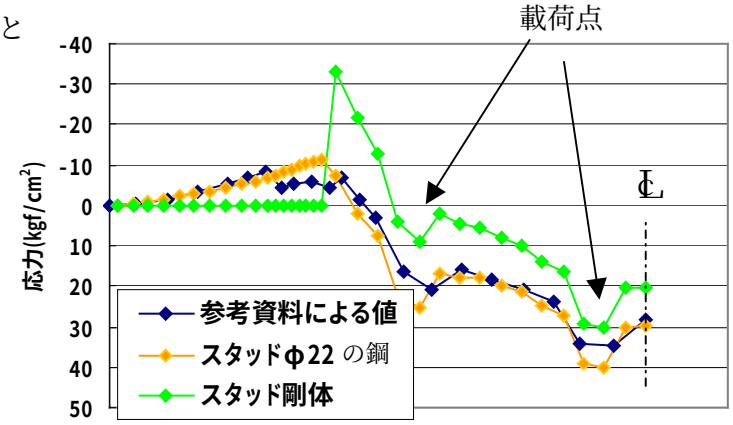


図８　床板主筋方向応力（横桁なし）

４．まとめ

参考資料による値はコンクリート床板をソリッド要素で、鋼桁をシェル要素でモデル化し解析した結果得られたものである。このことからシェル要素とスタッドを表現したはり要素を組み合わせることによりソリッド要素を用いた解析と同等の解析を行えることがわかった。今後の課題として、スタッドの数は実設計では今回の解析モデルほど設置されないので、はり要素の配置を実設計に近づけた時の解析を行い、強度低下、解析結果の誤差などについて検討していく予定である。

参考文献

１）土木学会鋼構造委員会著　　橋梁と基礎　　ロングライフブリッジへの道（中）1997.9

２）中井　博　　北田　俊行　共著　　鋼橋設計の基礎　　共立出版　pp29～48