

立体 F E M解析による鋼 2 主桁橋の補剛材の評価について

早稲田大学大学院理工学研究科

学生会員○井上 晋

早稲田大学理工学部

フェロー 依田 照彦

早稲田大学大学院理工学研究科

学生会員 和光 太郎

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、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 F E M解析を用いる設計手法を位置付け、設計に積極的に F E M解析を適用してはどうかとの流れがある。そこで、本研究では、鋼 2 主桁の設計に立体 F E M解析を適用することの可能性を検討し、F E M解析を主体としたより合理的な橋梁設計法を確立することを目的とする。

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、主桁と床版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) 横桁の位置を図 5 に示すように 3 通りにとりつけているモデル
- 2) 横桁、補剛材のないモデル
- 3) 横桁の位置を真ん中とし、補剛材のないモデル
- 4) 横桁がなく、補剛材をとりつけているモデル
- 5) 横桁の位置を真ん中とし、横桁をとりつけているモデル

また、モデルの床版はコンクリートとし、ヤング係数を $E=3.6 \times 10^9 (\text{kgf/m}^2)$ 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 $E=2.1 \times 10^{10} (\text{kgf/m}^2)$ とし、モデルの自重を無視し解析を行った。橋の全長は 40m であり、図 1 に示すように床版の橋軸方向中央、つまり 20m の位置の 4 点に集中荷重を載荷した。

なお、図 3 には F E M モデルの全体図を、図 4 には F E M モデルにおけるスタッドの取り付け詳細図を示した。

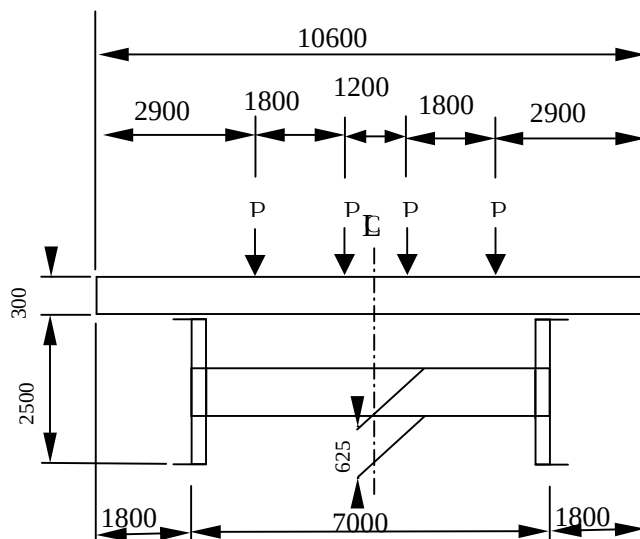


図 1 載荷位置と断面図

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
$B_u(\text{mm})$	600	400	400	400
$t_u(\text{mm})$	28	20	20	20
$H_w(\text{mm})$	2500	1875	625	300
$t_w(\text{mm})$	12	9	9	9
$B_l(\text{mm})$	600	400	400	-
$t_l(\text{mm})$	60	20	20	-
$A(\text{cm}^2)$	828	328.75	216.25	107
$I_x(\text{cm}^4)$	9.3991×10^6	1.931×10^6	1.847×10^5	1.067×10^4
$I_y(\text{cm}^4)$	1.584×10^5	2.134×10^4	2.134×10^4	7.193×10^3

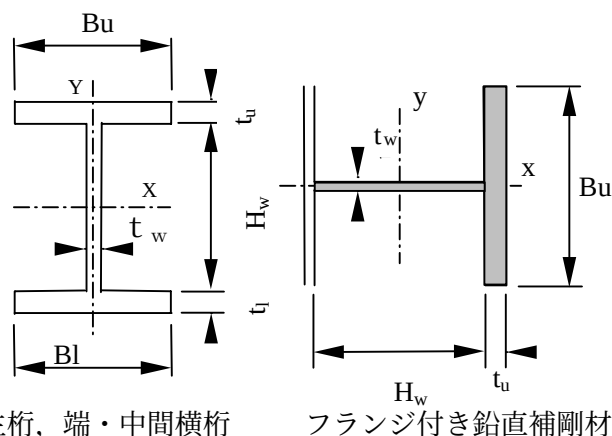


図 2 解析対象断面図

キーワード ハーフモデル 横桁 補剛材 F E M 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

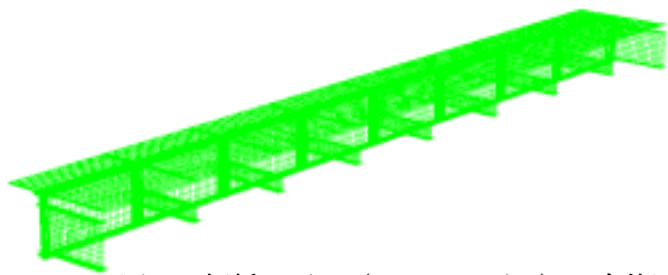


図3 解析モデル（ハーフモデル）の全体図

3. 解析結果

まず表2に示す横桁の位置を3通りにとりつけたモデルの解析結果に着目すると、横桁がどの位置でも床版への影響はほぼないことがわかる。そして、スタッドに関していえば、横桁の位置は中段から離れるほどよいと思われ、垂直補剛材に関していえば、横桁の位置が下方に行くにつれて垂直補剛材に応力が生じ、それに伴って他の部材の応力を低減できるという垂直補剛材の本来の役目を果たすことができるので、適切と思われる。

次に、図6に示す横桁のないモデルの解析結果に着目すると、補剛材をとりつけてもはずしても全体的に似たような挙動を示すことがわかる。しかしながら、図7に示す横桁のあるモデルの解析結果をみると、補剛材があるモデルは参考資料による値に近い値になっているが、補剛材がないモデルは挙動が明らかにずれており、図6の横桁のないモデルとほぼ同じ挙動を示している。

表2 解析結果

モデル名		(a)モデル	(b)モデル	(c)モデル
床版	最大応力 (kgf/cm ²)			
	横軸方向	38.77	38.62	38.64
	主筋方向	39.88	39.93	40.23
スタッド	最大せん断力 (kgf)	3.344E+03	3.547E+03	3.296E+03
補剛材	最大圧縮力 (kgf/cm ²)	2.213E+02	2.628E+02	2.809E+02

4. まとめ

表2から部材によって最適な横桁の位置は異なることがわかり、それぞれの値の変化の割合を考慮して考えると、今回の解析結果において最も適していた横桁の位置は一番下である。

図6、図7から横桁のないモデルでは、補剛材の有無が床版に与える影響は少なく、横桁のあるモデルでは、補剛材がなければ横桁がないモデルとほぼ同じ挙動を示してしまう。したがって、今回の研究により鋼2主桁をモデル化するにあたっては補剛材もモデル化する必要があることがわかった。

参考文献

- 1) 土木学会鋼構造委員会：ロングライフブリッジへの道（中），橋梁と基礎，1997.9
- 2) 中井 博 北田 俊行：鋼橋設計の基礎，共立出版，pp.29～48，1992.5

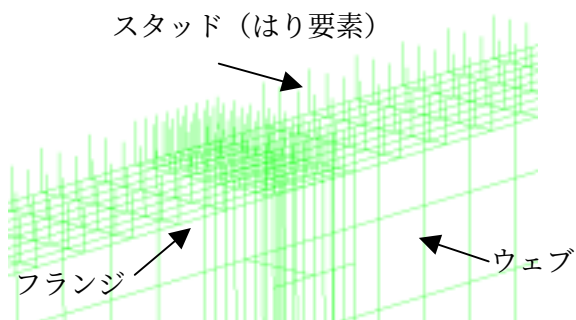


図4 スタッド取り付け詳細図

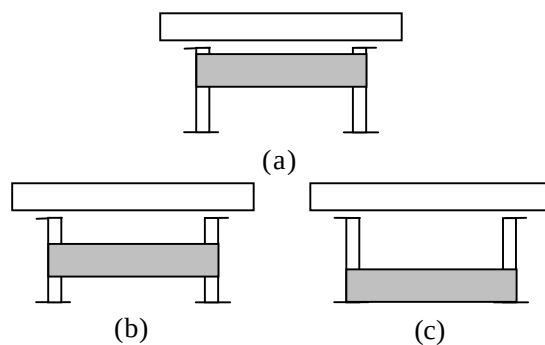


図5 横桁の配置図

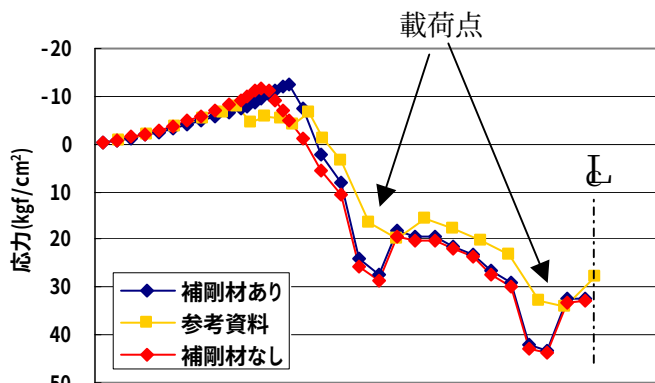


図6 床版主筋方向応力（横桁なし）

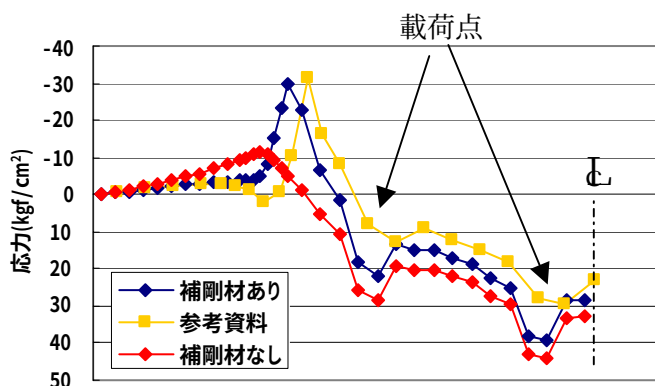


図7 床版主筋方向応力（横桁あり）