第Ⅰ部門　　合成桁橋の主桁－横桁取合い部の応力集中に及ぼすスカーラップ径の影響

福井工業大学　正　員　　鈴木　博之
福井工業大学　学生員　○西村　久美子
福井工業大学　学生員　　森本　円

1．はじめに

鋼道路橋の主桁－横桁取合部の構造の一つに横桁フランジが主桁ウェブを貫通している構造（以下，ウェブ貫通部と呼ぶ）があり，この構造に疲労亀裂の発生が懸念されている．また，実橋の測定結果によればウェブ貫通部の主桁腹板には大きな板曲げ応力が生じていることが報告されている．本研究では，最初に実橋の測定結果を再現できるような解析モデルについて調査する．次に，中桁腹板，横桁腹板，ウェブギャッププレートに設けられているスカーラップの大きさがウェブ貫通部の応力集中に及ぼす影響について検討する．

2．解析方法

解析対象橋梁は阪神高速道路公団の標準図に示されている支間２５ｍの５本主桁の合成桁橋である．解析に用いる荷重は既往の実測データとの比較のためＴ－２０とし，追越車線に載荷した．なお，解析においては衝撃は考慮していない．解析は格子解析とシェル解析の２段階で行った．格子解析の方法は文献３）と同じであり，本稿ではシェル解析について述べる．

最初に解析モデルについて以下の検討を行った．１）Ｔ字モデル：これは図１に示すように中桁と横桁をモデル化したものであり，横桁端部の片方（C'端）を６成分固定とし，もう一方の横桁端部（Ｃ端）と中桁端部（M端）には格子解析より求めた曲げモーメントに相当する強制変位を与えた．２）Ｆ字モデル：これは図２に示すように中桁，外桁および横桁をモデル化したものであり，横桁端部（Ｃ端），中桁端部（M端）および外桁端部（M'端）に格子解析より求めた曲げモーメントに相当する強制変位を与えた．また，それぞれのモデルについて床版のあるモデルと無いモデルでシェル解析を行い，着目部位の応力に及ぼす床版の影響も検討することとした．

ウェブ貫通部には図３に示すように中桁ウェブ，横桁ウェブ，ウェブギャッププレートにスカーラップが明いているので，１）横桁ウェブとウェブギャッププレートのスカーラップ径を標準図どおりの３０Ｒとし，中桁ウェブのスカーラップ径を０～６０Ｒまで１０Ｒずつ変化させた場合．２）中桁

M端：$U_X = U_M$　$R_X = R_Y = 0$　$U_{Zweb} = 0$
C端：$U_Z = U_C$　$R_Z = R_Y = 0$　$U_{Xweb} = 0$
C'端：$U_{Xweb} = U_Y = U_Z = R_X = R_Y = R_Z = 0$

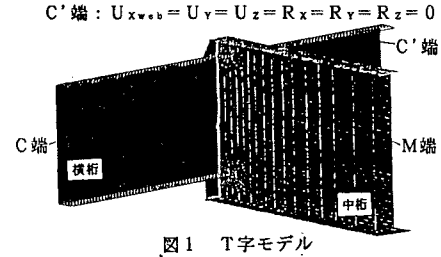

図１　Ｔ字モデル

M端：$U_X = U_M$　$U_{Zweb} = R_X = R_Y = 0$
M'端：$U_X = U_M$　$U_Y = U_Z = R_X = R_Y = R_Z = 0$
C端：$U_Z = U_C$　$U_{Xweb} = R_Y = R_Z = 0$

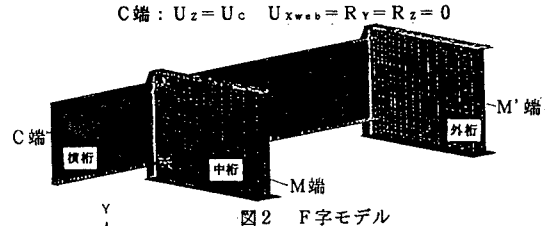

図２　Ｆ字モデル

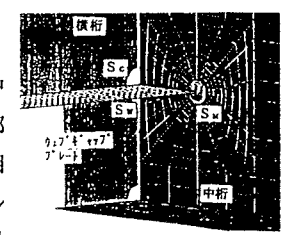

図３　スカーラップ図

表１　ウェブ貫通部の橋軸方向応力の最大値と実測値　(kg/cm²)

	表	裏	差
Ｔ字モデル床版有り	240.5	212.7	27.8
Ｔ字モデル床版無し	241.4	212.2	29.2
Ｆ字モデル床版有り	241.8	198.3	43.5
Ｆ字モデル床版無し	243.3	194.7	48.6
実測値　A	195	193	2
実測値　B	281	204	77
実測値　C	267	233	34
実測値　D	223	170	53

Hiroyuki SUZUKI, Kumiko NISHIMURA, Madoka MORIMOTO

ウェブのスカーラップ径を標準図どおりの２０Ｒとし，横桁ウェブとウェブギャッププレートのスカーラップ径を０，３０，６５，１０５Ｒと変化させた場合について解析し，スカーラップ径が着目部位の応力集中に及ぼす影響について調査した．

３．解析結果および考察

４種類の解析モデルの中桁ウェブ貫通部における橋軸方向応力の最大値を表１に示す．表１には実測値も併せて示した．この表よりＴ字モデル，Ｆ字モデルの床版の有無については有意な差が認められないことがわかる．実測値の表裏の差は２～７７kg/cm²とばらついているが，表裏の差の小さい実測値Ａを除いたＢ～Ｄの平均は５４．７kg/cm²である．解析モデルのうち，Ｆ字モデルの床版無しが，実測値の平均値に最も近いので，以下の解析にはこれを使用することにした．

中桁のスカーラップ径を変化させたときのウェブ貫通部の橋軸方向応力の最大値（σ_x）を図４に，最大主応力（σ_1）を図５に示す．図４，図５より中桁にスカーラップが明いていないとき，応力が最も大きくなっており．スカーラップを設けると応力が軽減されることが分かる．また，スカーラップの径が大きいものほど表裏の差が小さくなっている．したがって，ウェブ貫通部の応力を低減するためにはスカーラップを設けたほうがよく，板曲げ応力を低減するためにはスカーラップ径は３０Ｒ程度が望ましいと考えられる．

横桁のスカーラップ径を変化させたときのウェブ貫通部周辺の橋軸方向応力の最大値を図６に，最大主応力を図７に示す．これらの図から，横桁ウェブとウェブギャッププレートのスカーラップはウェブ貫通部の応力に影響を及ぼさないことが分かる．

４．まとめ

合成桁橋のウェブ貫通部のスカーラップディテールの応力状態を把握するため，有限要素解析を実施した．結果は以下の通りである．

１）Ｔ字モデルとＦ字モデルについて比較したところ，表裏の応力差はＴ字モデルよりＦ字モデルの方が大きく，実測値に近かった．

２）スカーラップの大きさがウェブ貫通部の応力集中に及ぼす影響について検討したところ，板曲げ応力を小さくするためには主桁スカーラップ径は３０Ｒ程度が望ましいことが分かった．

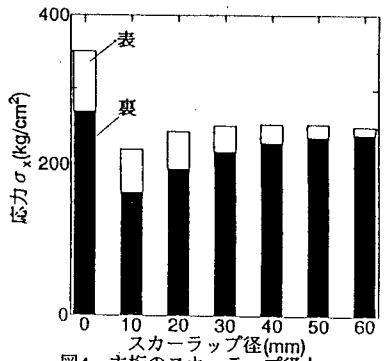

図4　主桁のスカーラップ径と橋軸方向応力の最大値の関係

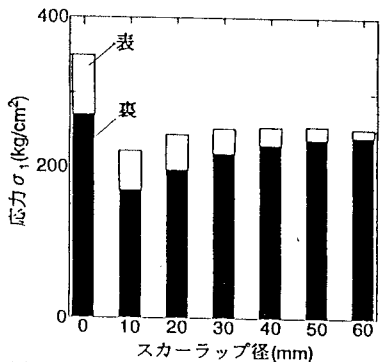

図5　主桁のスカーラップ径と最大主応力の関係

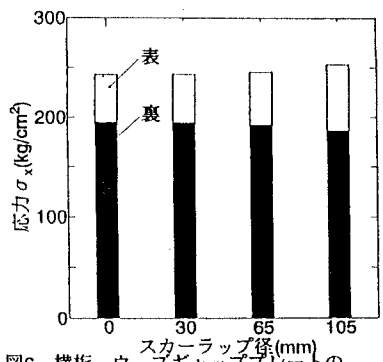

図6　横桁、ウェブギャッププレートのスカーラップ径と橋軸方向応力の最大値の関係

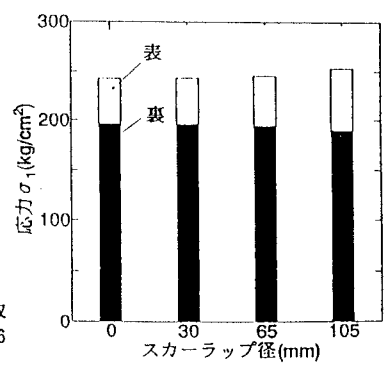

図7　横桁、ウェブギャッププレートのスカーラップ径と最大主応力の関係

参考文献

１）阪神高速道路公団；鋼単純げた標準設計（案）　設計図集，昭和４２年５月．

２）鈴木博之，関惟忠，西岡敬治，岩崎雅紀，羽子岡爾朗；鋼桁橋の主桁－横桁取合い部の疲労に関する解析的検討，構造工学論文集，Vol.42A，pp.919～926，1996年３月．

３）鈴木博之，中村一平，西岡敬治，岩崎雅紀，石井博典；鋼Ｉ桁橋の主桁－横桁取合い部の補強方法に関する解析的検討，構造工学論文集，Vol43A，1997年３月．