

(I - 22) 幅員間隔の広い連続合成2主桁橋の温度変化に伴うスタッド力について

早稲田大学大学院 学生会員 安池昭延
早稲田大学理工学部 正会員 依田照彦

1. はじめに

近年、鋼とコンクリートの特性を生かした合成構造が、経済性、施工性、維持管理などの点で、有効な構造形式として注目されている。合成構造は力学的には死荷重や活荷重と同時に、コンクリートのクリープ・乾燥収縮や鋼桁と床版との温度差などにより合成桁特有の経時的な内部応力の変化を複雑に受ける。したがって、合成構造においては、性質の違う鋼部材とコンクリート部材との接合部に注目する必要がある。

そこで、本研究では、コンクリート床版と鋼桁に温度差を与えた時にスタッドにどのような力が生じるかを、FEM解析を用いて明らかにすることを目的とした。

2. 解析モデル

3 径間連続合成 2 主桁橋(3@60m)を対象に、主桁間隔を 12m に設定し、解析モデルを 1/4 モデルとした。また、図 1 に示すように各部材ごとにそれぞれ違った要素を用いた。横桁と垂直補剛材は 6m 間隔で配置した。その諸元を表 2 に示す。床版の断面形状は 18000 mm×320 mm、腹板は 2900 mm×24 mmである。上フランジと床版はスタッド(ばね要素でモデル化)5 列で結合されている。また、スタッドは直径 25mm、高さ 200mm のものを想定した。荷重としては、床版と桁の間に 10℃の温度差を与えることにより生じる温度差荷重のみを考慮した。

表 4 に示すような解析条件について汎用有限要素法プログラム ABAQUS を用いて解析を行った。

スタッドに作用する力を整理するにあたり、上フランジ上に 5 列に並んでいるスタッドを外側から位置①～位置⑤と呼ぶことにする。

3. 解析結果および考察

(1)温度差荷重によりスタッドに作用する力

代表例として Type3 のスタッドに作用する橋軸方向せん断力、橋軸直角方向せん断力およびスタッドの軸力の分布を図 3、4、5 にそれぞれ示す。

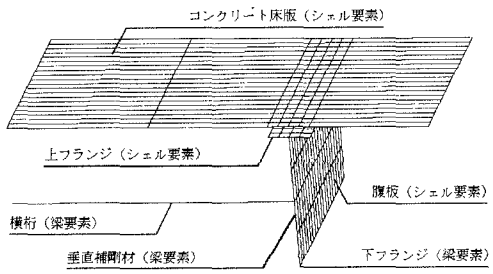
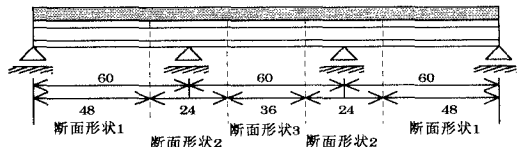


図 1.解析モデル(1/4 モデル)



単位[mm]

図 2.橋軸方向断面変化

表 1.上・下フランジ断面形状

	断面形状 1	断面形状 2	断面形状 3
上フランジ	890×41	960×65	400×19
下フランジ	960×75	960×110	900×29

単位[mm]

表 2.横桁・垂直補剛材の断面諸元

		断面積 [cm²]	断面 2 次モーメント		ねじり定数 [cm⁴]
			強軸 [cm⁴]	弱軸 [cm⁴]	
中間部	横桁	219	66600	22400	274
	垂直補剛材	133	173900	13680	10
支点上	横桁	422	1367000	33460	511
	垂直補剛材	368	506200	50030	10

表 3.スタッド間隔

端部からの距離[mm]	0~12	12~24	24~36	36~48
スタッド間隔[mm]	250	480	250	120
端部からの距離[mm]	48~72	72~84	84~90	—
スタッド間隔[mm]	100	150	300	—

表 4.解析条件

	鋼桁断面形状	温度差 10℃	スタッド間隔
Type1	断面 1(一定)	床版>鋼桁	一定
Type2	図 2、表 1 参照	床版>鋼桁	一定
Type3	図 2、表 1 参照	床版>鋼桁	表 3 参照
Type4	断面 1(一定)	床版<鋼桁	一定

キーワード：連続合成桁、2 主桁、温度応力、スタッド、せん断力
連絡先：早稲田大学理工学部 〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 Tel&Fax：03(5286)3399

まず、Type1~3 について検討すると、橋軸方向せん断力(図3参照)は、どのモデルでも橋端で約 10kN の力が生じ、橋中央部ではほぼ 0kN という分布性状を示している。強い違いを述べるならば、桁寸法が変化している箇所では大きく変化する点である。橋軸方向のせん断力はスタッド間隔や桁寸法にはそれ程依存しないことが分かる。橋軸直角方向せん断力を見ると(図4参照)、6m 毎にピークが現れる。これは横桁による拘束の影響である。スタッド間隔による違いは見られないものの、桁の寸法形状が変化すると、ピークの値が大きく変化する。最も大きな値を示したのは断面形状3(橋端から 72~90m)の箇所であり、位置②、④の場所のスタッドに大きな値が現れている。したがって、フランジの寸法が小さくなると橋軸直角方向のせん断力は大きくなるといえる。スタッドの軸力(図5参照)についても、スタッド間隔には影響されず、桁の寸法形状、上フランジの幅に大きく影響を受けることがわかった。すなわち、その影響がフランジ中央からの距離に依存しているといえる。

(2)コンクリート床版の応力分布

床版の温度の方が高い場合(Type1~Type3)には図6に示すように橋端部で橋軸直角方向応力が比較的大きい値(2000kN/m^2)を示し、端部のスタッドに囲まれている部分に圧縮応力の集中が見られた。しかし、特に問題となるような大きな引張応力は生じていなかった。しかしながら、鋼桁の方の温度が高い場合(Type4)には、コンクリート床版に橋中央部から端部の 50m 付近まで、 3000kN/m^2 以上の引張応力が生じていた。

支点の支持条件を橋軸方向に全て固定支持としたモデルを作成し、解析を行ったが、分布性状などは他の Type と変わらず、生じている応力のレベルが若干大きくなっただけである。

4. まとめ

スタッドに作用する温度応力は着目する方向により影響因子が多少異なるものの、上フランジの寸法の影響が一番大きいことが分かった。今回の解析では温度荷重のみに注目しているのでスタッド間隔の違いによる影響は見られなかった。

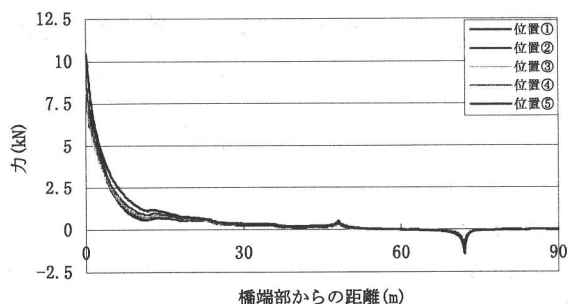


図3.橋軸方向せん断力(Type3)

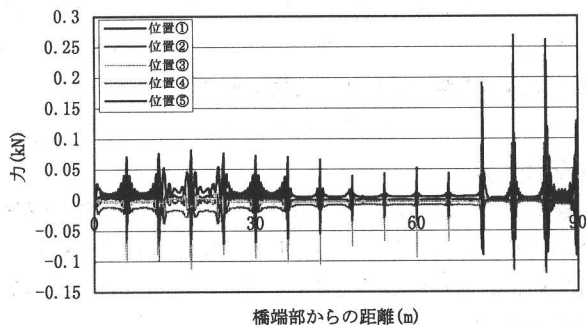


図4.橋軸直角方向せん断力(Type3)

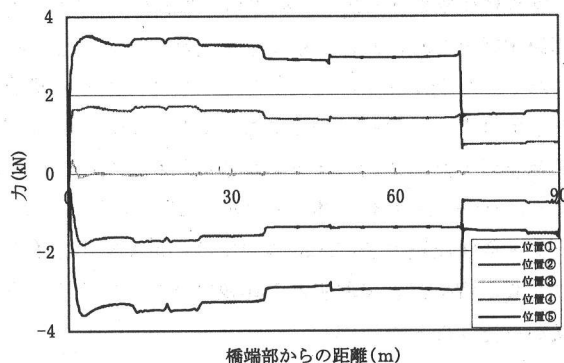


図5.スタッド軸力(Type3)

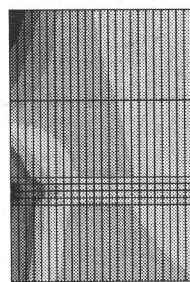


図6.橋端付近の橋軸直角方向応力の分布(Type1)

- 参考文献 1)日本道路協会：道路橋示方書・同解説，Ⅰ.共通編 Ⅲ.コンクリート橋編，pp.62~pp.65，1996.12
2)大垣賀津夫、川口喜史、八部順一、長井正嗣：連続合成2主桁橋のずれ止め設計に関する一考察，鋼構造論文集第4巻第15号，pp.81~pp.91，1997.9