

角形鋼管を用いた省力化鋼床版のボルト配置の検討

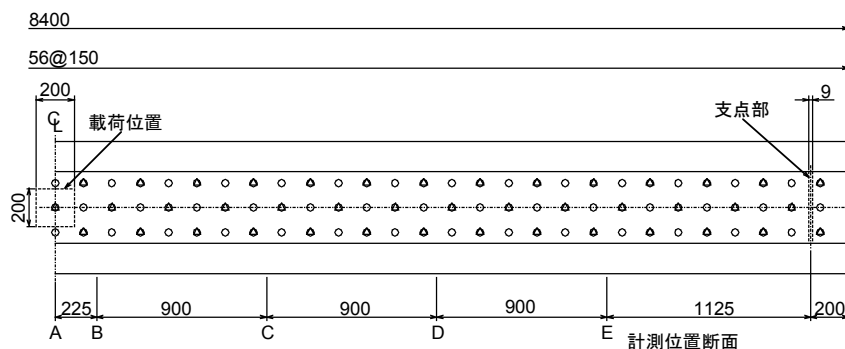
(株)日本製鋼所 ○正員 奥野 寛人 北海道開発局 正員 三田村 浩
(株)日本製鋼所 正員 小枝 日出夫 (株)土木技術コンサルタント 正員 村田 良英

1. はじめに

近年、鋼橋の設計の合理化や製作および施工工程の省力化が進められている。著者らは従来の鋼床版に対し軽量かつ建設コストの削減を目標に、角形鋼管を用いた主桁とデッキプレートからなる新構造形式の鋼床版を考案した。本研究では、この省力化鋼床版の適用性を検討するために、別途行われた载荷実験を対象に FEM 解析を実施した。解析は载荷実験と同一諸元のモデルを用いて行い、実験結果との比較から本解析手法の適用性を検討した。さらに、ボルトの配置をパラメータとした解析を行い、実験供試体における有効なボルト配置について検討した。

2. 载荷実験概要

図－1 に実験供試体の形状を示すが、主桁を模擬した $\square - 350 \times 350 \times 9\text{mm}$ の角形鋼管 (JIS G 3466 STKR490) の上面に厚さ 6mm の鋼板をボルトにより接合した構造としている。鋼板と角形鋼管の接合には、M16×40 のトルシア形高力ボルトを用い、120kN で締付けている。またボルトの配置は、橋軸直角方向で 125mm の順次配置とし、橋軸方向についてはボルト接合による合成効果を検討するために、150mm の順次配置と 150mm の千鳥配置の 2 種類としている。実験は、供試体の両端（支間長 8m）を反力台にセットし、油圧ジャッキにより支間中央の $200 \times 200\text{mm}$ の領域をゴム板を介して载荷する方法で行っている。



図－1 実験供試体

3. 解析方法

本研究では、以下の 2 種類のケースについて FEM 解析を行っている。

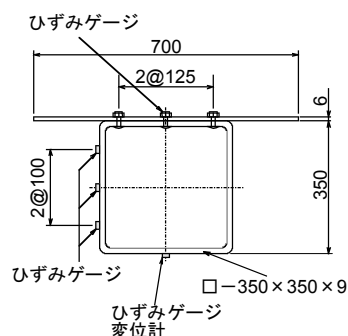
- 1) 前項の载荷実験を対象とする解析
- 2) ボルト配置をパラメータとする解析

ケース 1 の解析は、実験結果との比較から本解析手法の妥当性を検討することを目的としている。ケース 2 では、ボルトの配置が断面の合成効果に与える影響を検討するために、ボルトの配置方法とピッチを変化させたモデルを用いて解析を行う。ただし、ケース 2 では、ボルト配置の影響がより正確に評価できるように载荷方法を支間中央部への線荷重に変更し、さらに载荷部の鋼管内部に板厚 9mm のダイヤフラムを設けている。表－1 に解析条件をまとめて示す。

解析モデルは対称性を考慮して実験供試体の 1/4 の領域を 4 節点シェル要素を用いてモデル化している。ボルト部の接合に関しては、鋼板と角形鋼管のボルトが位置する節点において並進方向の全自由度を互いに

表－1 解析条件

ケース	モデル	ボルト配置	ボルトピッチ (mm)	载荷方式	载荷部のダイヤフラム
1	1-1	千鳥順次	150	面荷重	無
	1-2				
2	2-1	千鳥	75	線荷重	有
	2-2		150		
	2-3		300		
	2-4	順次	75		
	2-5		150		
	2-6		300		



キーワード：角形鋼管，省力化，鋼床版，FEM 解析，ボルト配置

〒051-8505 北海道 室蘭市 茶津町 4 番地 (株)日本製鋼所 室蘭研究所 TEL 0143-22-0750 FAX 0143-22-4180

拘束することによりモデル化した。また、鋼板と角形鋼管の接触面には機械的な摩擦接触を考慮しており、摩擦係数を0.4としている。以下に解析に用いた材料定数を示す。

縦弾性係数：206GPa、ポアソン比：0.3

4. 解析結果および考察

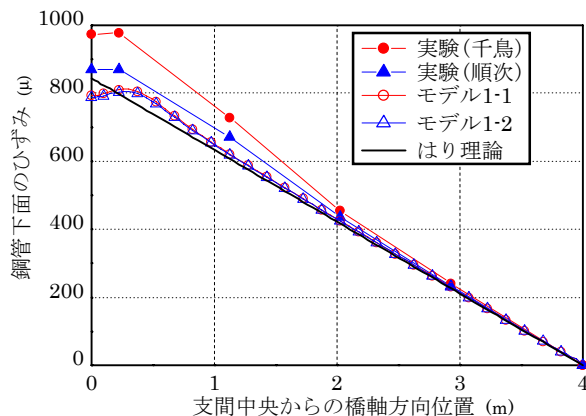
4.1 ケース 1

図－2 に解析より得られた設計荷重 130kN 時の鋼管下面のひずみ分布を実験結果およびはり理論値と比較して示している。解析結果は実験結果を若干過小に評価しているものの、支間中央部近傍においてひずみがほぼ一定になる現象は解析により再現されている。

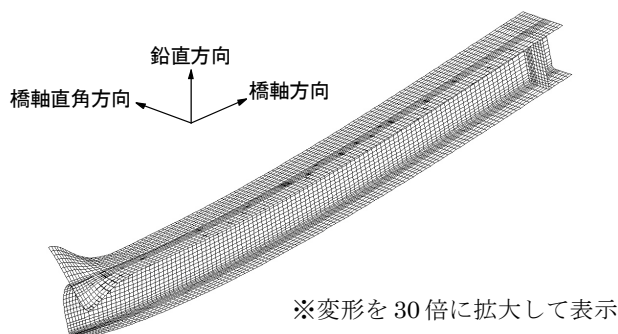
ケース 1 の結果より、本解析手法により実験結果をほぼ再現できるものと考えられるが、支間中央の荷重載荷部では精度が若干低下するようである。これは図－3 に示すように、荷重載荷部である支間中央にダイヤフラムが設けられていないため、この断面が局所的に大きく変形することによるものと考えられる。

4.2 ケース 2

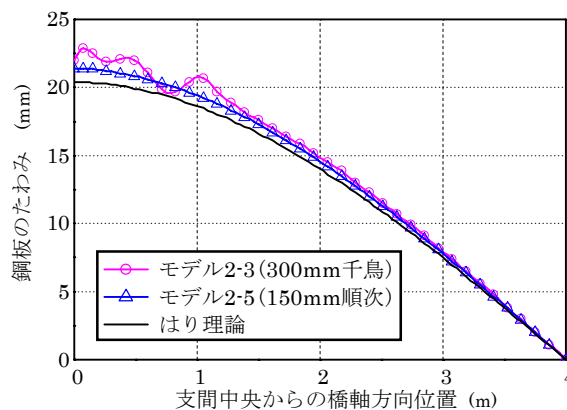
図－4 にモデル 2-3 とモデル 2-5 の解析結果について、荷重 130kN 時における鋼板のたわみ分布をはり理論値と比較して示している。モデル 2-3 では支間中



図－2 鋼管下面のひずみ分布(ケース 1)



図－3 変形図の一例(モデル 1-2)



図－4 鋼管上面のたわみ分布(ケース 2)

表－2 橋軸方向のボルト反力

モデル	ボルト配置	ボルトピッチ (mm)	ボルトに作用する橋軸方向の反力 (kN)		摩擦抵抗力 (kN)
			中央	端部	
2-1	千鳥	75	2.0	5.7	48
2-2		150	4.4	10.6	
2-3		300	8.7	16.7	
2-4	順次	75	0.8	3.2	
2-5		150	2.0	6.0	
2-6		300	4.3	10.4	

央部付近において鋼板が波打ち状に変形している。これは、ボルトピッチが大きく鋼板と角形鋼管の拘束が不十分なために発生する座屈現象であると考えられる。この現象は、千鳥配置の全モデルとモデル 2-4 において生じた。表－2 は、解析より得られたボルト部の橋軸方向の平均反力を示している。これらの値をボルトの締付けによる摩擦抵抗力 48kN ($120\text{kN} \times 0.4$) と比較すると、全てのモデルにおいて反力が摩擦抵抗力を下回っており、ボルト接合部にはすべりは発生しないことがわかる。以上のことより、設計荷重 130kN に対して鋼板の座屈およびボルト接合部のすべりが生じない有効なボルト配置は、75mm と 150mm の順次配置である。

5. まとめ

- (1) 本解析手法を用いることにより、载荷実験結果をほぼ再現可能である。
- (2) ボルト配置をパラメータとした解析の結果、鋼板の座屈およびボルト接合部のすべりが生じない有効なボルト配置は、75mm と 150mm の順次配置である。

【参考文献】

- 1) 大島，他 4 名：合理化に対応した鋼床版構造の提案，鋼構造年次論文報告集 No.24, pp175-182, 1997.11.