

J R 東日本 東京工事事務所 正会員 ○齋藤 聡

J R 東日本 東京工事事務所 正会員 工藤 伸司

J R 東日本 東京工事事務所 正会員 井手 将和

1. はじめに

J R 東日本では、線路下構造物を開削工法によって活線施工する場合、従来から、枕木抱込み式工事桁を使用して施工することが多い。従来の枕木抱込み式工事桁は、主桁及び横桁ともに溶接構造となっており溶接量が多いため、コストが高くなるだけでなく、溶接ひずみの発生による製作上の問題があった。

本研究では、鋼板を溶接して製作する従来の工事桁（溶接工事桁）と同等の機能を有し、コストを低く抑えることができる溶接不要な工事桁（形鋼工事桁）を開発することを目的としてFEM解析を実施した（図-1参照）。

2. 解析概要

2-1. 解析モデル

解析モデルの諸元は、図-2の通りとした。

主桁は、スパン 5m 程度で直線区間を想定し、H形鋼（H-350×350×12×19）を使用した。横桁は、溶接工事桁の断面2次モーメントを参考にしてH形鋼（H-250×250×9×14）を90°回転させて使用した。また、H形鋼端部のウェブ部分が柵板に載るように、フランジ端部を切断加工した。柵板は、横桁の荷重を確実に主桁に伝達できるようにL形鋼（L-200×200×20）を主桁腹板に高力ボルト（M22×75, F10T）で取りつけた。この時の設計ボルト軸力¹⁾は $F_b=201$ kNとした。以上の諸元について、対称条件を考慮した1/2解析モデルを作成し、事前に行ったボルト締付解析によって求めた高力ボルトのばね定数（ $k_b=2.2 \times 10^6$ N/mm）及び主桁腹板と柵板のばね定数（ $k_p=2.0 \times 10^6$ N/mm）を用いて工事桁全体解析を行った。なお、この時の境界条件としては、横桁と柵板の接合部は一体

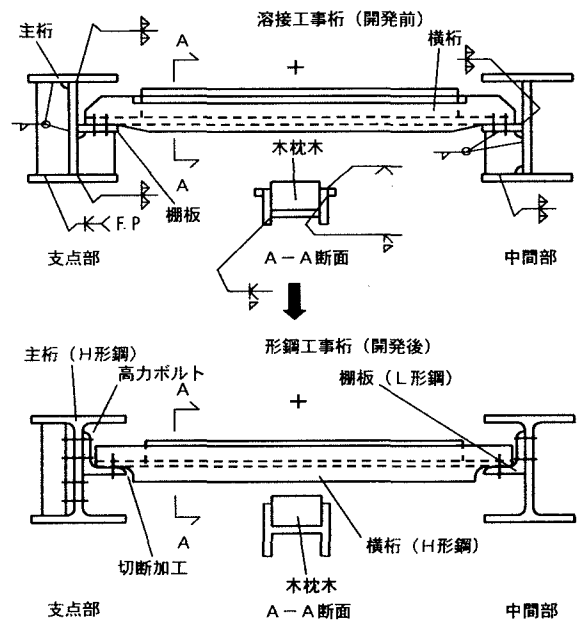


図-1 溶接工事桁と形鋼工事桁のディテールの比較

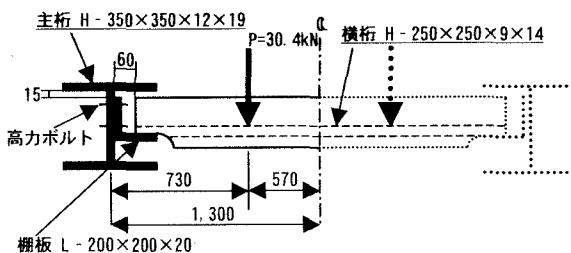
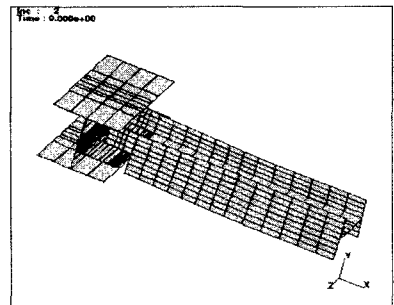


図-2 解析モデル



構造と考えた。また、主桁腹板と棚板の接合部は一体構造と考えた場合（解析値 1）と高力ボルトの締付効果を考慮した場合（解析値 2）の 2 ケースを考えた。

2-2. 横桁の列車載荷荷重 (P)

横桁の列車載荷荷重 (P) は、レール (50N) による列車荷重 (EA-17) の分配を考慮して求めた。すなわち、横桁 (600mm 間隔) で支えられたレールを弾性床上の無限長梁と考え²⁾、その基礎反力を横桁の列車載荷荷重とし、本研究では $P=30.4\text{kN}$ を用いた。

3. 解析値と設計値の比較および考察

3-1. 解析値と設計値の比較

表-1 に解析値と設計値を比較して示す。横桁の設計は主桁間隔 (2600mm) を支間と考え、単純梁として計算した。一方、棚板の設計は、棚板 (自由端) から 70mm の位置、すなわち棚板と横桁の高力ボルト締結部に荷重が載荷されると考え、棚板を片持ち梁として計算した。

(1) たわみ

横桁 (支間中央部) におけるたわみの解析値と設計値は、ほぼ一致している。さらに、横桁のたわみは、許容値 4mm 以下²⁾を下回る結果となった。棚板 (自由端)

表-1 主要部位たわみ・応力の比較

	たわみ (mm)		応力 (N/mm^2)			
	横桁 (支間中央部)	棚板 (自由端)	横桁 (支間中央部)		棚板 (固定端)	
	列		列	死+列+衝	列	死+列+衝
解析値 1	2.17	0.53	—	—	—	—
解析値 2	2.77	0.68	69	—	49	—
設計値	2.23	0.49	76	123	99	161
許容値	4.00	—	$137 \times 1.25 = 171$			

注) 死: 死荷重, 列: 列車荷重, 衝: 衝撃

のたわみも、解析値、設計値ともにほぼ等しい結果となった。

(2) 応力

列車荷重載荷時の横桁 (支間中央部) の応力は、解析値、設計値ともにほぼ一致している。また、横桁 (支間中央部) の応力の解析値、設計値は、いずれも許容値¹⁾ $171\text{N}/\text{mm}^2$ よりも小さい値となった。ここで、解析値を把握する上で用いた応力コンタ図の一例を図-3 に示す。

3-2. 考察

形鋼工事桁の横桁 (支間中央部) のたわみ及び応力の解析値と設計値は、ほぼ一致し、許容値を十分満足していることがわかった。しかしながら、棚板 (自由端) のたわみは解析値、設計値ともにほぼ一致しているにも関わらず、棚板 (固定端) の応力は、解析値と設計値が異なる結果となった。これは、棚板 (固定端) の応力分散効果が考慮されていないためと思われる。そこで、応力コンタ図の応力分散効果を考慮して図-4 のように棚板 (固定端) の板厚に半径 r_1 の $1/2$ を足し合わせ、28mm として応力を計算すると、設計値は $50\text{N}/\text{mm}^2$ となり、ほぼ解析値と一致する。また、死荷重と衝撃を含む棚板 (固定端) の応力は $161\text{N}/\text{mm}^2$ であり、許容値 $171\text{N}/\text{mm}^2$ よりも小さい値となった。

4. まとめ

- (1) 横桁の設計は、主桁間隔を支間と考え、単純梁として計算しても問題ないと思われる。
- (2) 棚板の設計は、棚板と横桁の高力ボルト締結部に横桁反力が載荷されるとき、棚板を片持ち梁として計算すると、許容値を満足する。

【参考文献】 1) J R 東日本: 建造物設計標準解説, 鋼鉄道橋, 鋼とコンクリートとの合成鉄道橋, 1987. 4

2) J R 東日本: 無徐行 (徐行速度向上) のための建造物の設計・施工の手引, 1997. 4

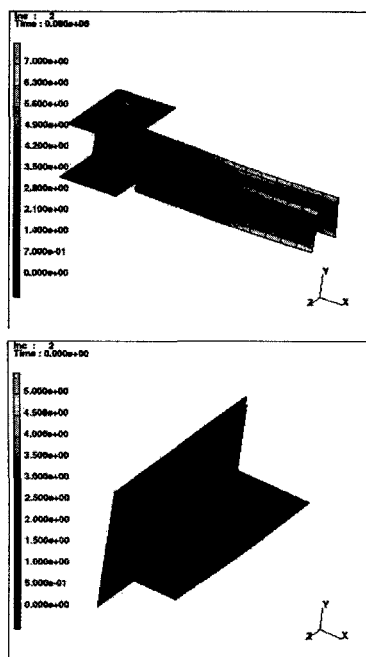


図-3 解析結果 (応力)

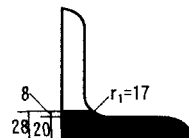


図-4 応力分散効果の影響