

I - 146

鋼鉄道曲線下路トラス橋の応力測定と格点部の設計について

西日本旅客鉄道株式会社 正員 五十嵐 裕 昌 西日本旅客鉄道株式会社 正員 長 門 範 高
 鉄道総合技術研究所 正員 杉 本 一 朗 ジェイ・エル・西和コンサルツ 正員 矢 島 秀 治

1. まえがき

鋼鉄道下路トラス橋は直線桁が大部分であったが、近年、用地の制約等により曲線半径が300m程の急曲線桁にせざるを得ない場合がでてきた。このような鋼鉄道曲線下路トラス橋（以下曲線トラス橋という）では格点部に橋面外モーメントが発生するが、そのガセット及びダイヤフラムの設計において、面外モーメントを考慮しない板厚算定式を準用したり、部材取合ディテールについても経験則による部分が多いなど必ずしも合理的とは言えない設計が行われていた。

そこで、これらの諸量を定量的に把握することを目的に曲線半径350mの曲線トラス橋の架設時に応力等の測定を行い、それに対してFEM解析を行うことによって応力性状を明確にし、曲線トラス橋の格点部を中心に設計手法の妥当性等について検討を行った。本報告はそれらの結果について述べるものである。

2. 実橋における応力度の測定と解析

図-1に示すような架設途中における曲線トラス橋（支間84m 曲線半径350mの単線開床式）を使用し、次の手順で主構部材及び格点部の応力測定を行った。

- ①全格点の支持を行い、無応力状態でキャリブレーションする。
- ②格点 2, 7, 12, 17以外のベントを除去し、それらの格点で支持した状態での死荷重の応力度を測定する。
- ③格点 5を 0tf～100tf まで4段階に分けてジャッキアップを行い各ステップの応力度を測定する。

表-1に格点番号 2, 7, 12, 17を支点とし、格点番号5を100tfで鉛直上方に扛上した場合の各部材力及びガセット部の応力度の測定値を示す。また、主構、床組及び横構を棒部材と考えた立体骨組みモデルを作成し、マトリックス変位法により求めた実験と同一条件の部材力の比較も表-1に示す。これによると、測定値と解析値はかなりよく一致していることが分かる。

また、格点部の応力度の測定値と前記測定部材力を板要素で構成される格点部の立体FEMモデルに作用させて求めた応力度の比較を表-2に示す。この結果、解析値は実測値と概ね整合している。

3. 格点部のディテールの検討

曲線トラス橋の格点部のディテールは、図-2に示すように、ダイヤフラムがA, Dのみのもの、BまたはCを挿入したものがある。前者は下弦材寸法の小さい場合で単線の開床式トラス橋等のように部材力の小さい場合に採用される。一方、後者は複線有道床のトラス橋のような部材力の大きい場合に用いられる。これらのディテールの違いがガセットに与える影響について、FEM解析により検討した。

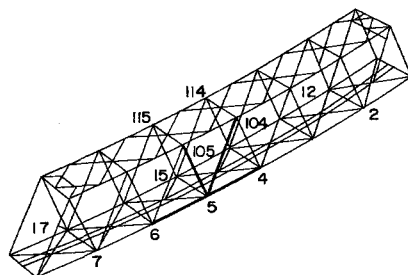


図-1 曲線トラスモデル図

表-1 部材力比較表

部材 番号	軸 力 (tf)			主断面内曲げモーメント (tf・m)			主断面外曲げモーメント (tf・m)		
	実 測 値	解 析 値	実 / 解	実 測 値	解 析 値	実 / 解	実 測 値	解 析 値	実 / 解
A	-38.990	-50.730	1/1.3	2.160	2.537	1/1.17	0.670	0.735	1/1.10
B	-34.160	-44.020	1/1.29	1.635	2.733	1/1.67	0.865	0.905	1/1.05
C	-41.910	-42.900	1/1.02	-0.595	-0.172	1/0.29	-3.345	-2.996	1/0.9
D	-54.035	-64.280	1/1.19	0.595	0.036	1/0.06	-3.585	-3.403	1/0.95

(-) : 圧縮

表-2 最大主応力度の比較

注目部位	単位 (kgf/mm ²)													
	A1	A2	A11	A12	A24	A25	A3	A4	A13	A14				
実 測 値	-0.98	-1.65	-1.52	-1.18	-0.95	-0.95	-1.00	-1.22	-1.30	-1.72				
解 析 値	-1.04	-1.05	-1.38	-1.21	-1.15	-1.01	-0.90	-1.01	-1.03	-1.41				
実 / 解	0.94	1.51	1.10	0.98	0.83	0.94	1.11	1.20	1.26	1.22				

注) A1～A14は格点部ガセットにおける測定点を表す

3-1 ダイアフラムの位置による比較

図-2に示す格点部においてダイアフラムの位置を以下の4タイプ設定し、設計に用いた最大部材力を各部材に作用させ応力度の比較を行った。

- ①タイプ1：ダイアフラムA, Dの場合
- ②タイプ2：全てのダイアフラムが無い場合
- ③タイプ3：ダイアフラムA, C, Dの場合
- ④タイプ4：ダイアフラムA, B, Dの場合

上記4タイプの最大応力度を表-3に示す。これによるとタイプ2のダイアフラムを無くした場合を除けば他の3タイプに有意な差異は認められなかった。即ち、本橋の場合の格点部のダイアフラム位置は、A, Dには必要だがB又はCに挿入する効果はそれ程ないと考えられる。

3-2 ダイアフラムと弦材フランジとの接合条件の比較

3-1における①, ③, ④の差異は明確でなかった。この結果から、製作上最も都合のよい①のディテールについて、さらにダイアフラムDの下弦材上フランジへの接続条件を製作の難易度別に図-3に示す3タイプに分け、ダイアフラム部の応力度について比較検討した。

この結果、上記3タイプでダイアフラムを除く周辺部での応力には殆ど差がないことが明らかとなった。しかし、ダイアフラムの4辺を下弦材に溶接したものでは、ダイアフラムに発生する応力度がほぼ均等になるのに対して、他の2タイプの場合には溶接接合しない部分の応力度が大きく溶接した場合の約3倍になった。また、メタルタッチと一部隙間をつくったモデルとの差異は認められなかった。このことから、ダイアフラムに発生する応力度の大きさを決める要因はメタルタッチか非接触かではなく、溶接するかしないかであると考えられる。

4. あとがき

今回、曲線トラス橋の部材力について実験値と解析値の比較を行い、その整合性について確認することができた。また、格点部についてその応力を推定するために板要素を用いた立体FEMモデルにより格点部のディテールの比較を行った。その結果、ダイアフラムの位置、ダイアフラムの溶接の有無が部材力に与える影響についても知ることができた。

今後、トラス橋のガセット及びダイアフラム板厚の評価方法についてさらに検討を加えるとともに、製作に留意した格点部のディテールについても検討を行っていきたいと考えている。

参考文献 1) 鉄道総合技術研究所編（平成4年10月）「鉄道構造物設計標準・同解説 鋼・合成構造物」 2) 保坂謙次「下弦材と鋼床版梁を一体化した低床式トラス」橋梁と基礎

93-8 3) 田島二郎、山本一之、柴田陽一、池内和雄、須賀武、山中浩「トラス格点部における4面溶接形式ガセットの板厚に関する研究」構造設計資料 No.88

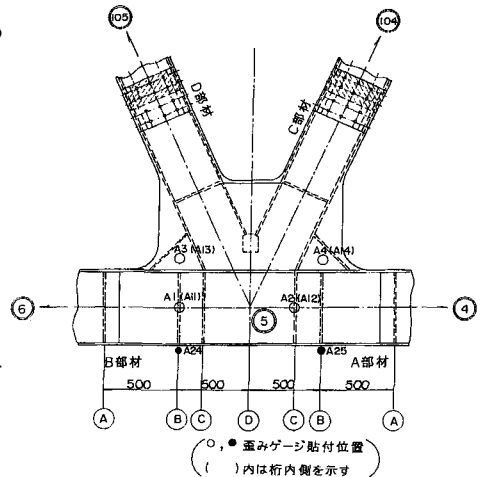


図-2 格点部詳細図

表-3 着目点の部材最大応力度

単位 (kgf/mm²)

	TYPE 1	TYPE 2	TYPE 3	TYPE 4
	J F 1	J F D	J F 2	J F 3
	A, D	無し	A, C, D	A, B, D
下弦材 上フランジ	15, 812	15, 100	14, 906	14, 228
	14, 624	23, 671	14, 169	13, 872
下弦材 下フランジ	16, 633	15, 844	16, 170	15, 957
	15, 875	17, 666	15, 521	15, 361
下弦材 ウェブ (曲線外側)	17, 345	16, 218	16, 847	16, 618
	17, 078	17, 014	16, 578	16, 427
下弦材 ウェブ (曲線内側)	11, 681	17, 097	11, 662	11, 636
	11, 457	17, 792	11, 413	11, 408
斜材 フランジ外側 (曲線外側)	21, 624	17, 368	19, 678	18, 703
	21, 619	14, 660	20, 065	19, 225
斜材 フランジ内側 (曲線内側)	-10, 990	-12, 250	-10, 890	-10, 967
	-9, 328	-12, 024	-9, 347	-9, 429

上段：表面側応力度
下段：裏面側応力度

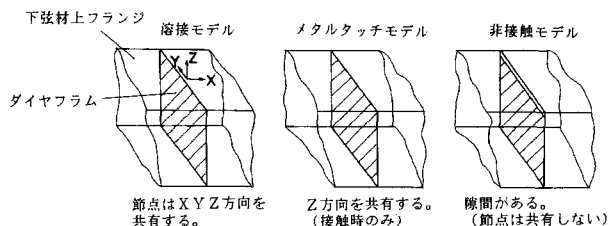


図-3 下弦材上フランジとダイアフラムの接合条件