

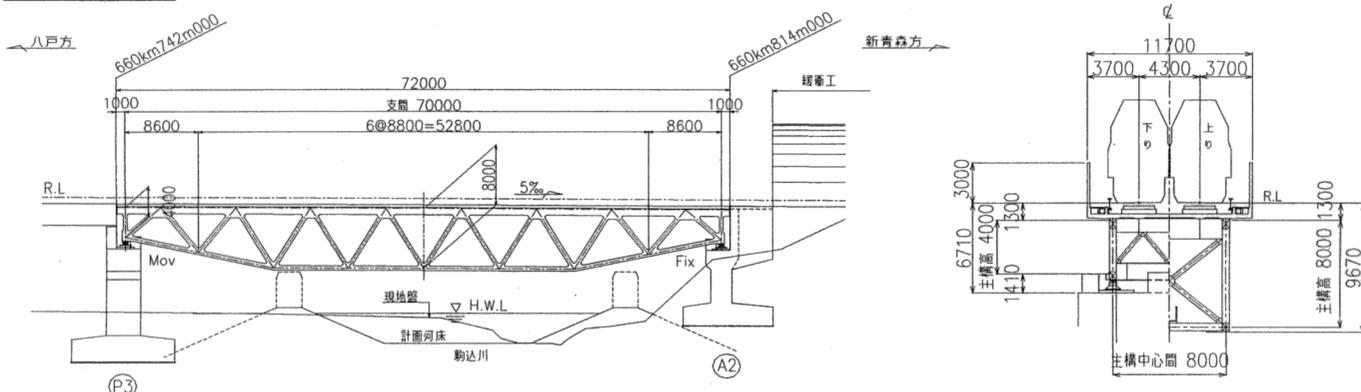
RC 床版と鋼上路トラスを合成させた鉄道橋の設計

鉄道・運輸機構 設計技術室 正会員 鈴木 喜弥
 ○ 鉄道・運輸機構 設計技術室 正会員 藤原 良憲
 鉄道・運輸機構 盛岡支社 正会員 木村 裕俊
 (株)トーニチコンサルタント 正会員 西川 俊一

1. はじめに

上路トラスは桁下制限に余裕がある場合などに採用される橋梁形式で、鉄道橋では以前より架設のし易さから山間部で多く用いられていた。今回、青森県内の東北新幹線において上路トラスの採用に適した箇所があり、支間 70m の単純上路トラスを採用するに至ったが、圧縮側にある RC 床版と主構の上弦材を合成させ、鋼材の重量軽減を図った合理化構造形式を採用した。上路合成トラスは日本の鉄道橋としては初めて採用されるため、以下に構造概要と設計方針を報告する。

2. 橋梁概要



3. 合成、非合成の比較

合成上路トラスを採用するに当たり非合成トラスとの比較を行った結果、右表に示すように合成上路トラスの鋼重が約 100kN 少なく経済的であることを確認した。非合成トラスの床版は軽量コンクリートを使用し、主構上弦材には載らないため軸力部材となるが、合成トラスは普通コンクリートを上弦材に直接載荷するため

表-1 合成、非合成概算鋼重比較 (kN)

部 材	合成トラス	非合成トラス	合成/非合成
上弦材	9 3 8	8 9 4	1.0 5
下弦材	5 9 4	5 9 4	1.0 0
斜 材	6 5 3	6 2 6	1.0 4
床 組	7 2 6	7 2 6	1.0 0
その他	8 3 8	1 0 0 5	0.8 3
合 計	3 7 4 9	3 8 4 5	0.9 7 5

曲げ部材となり断面形状や溶接方法が異なる。合成トラスの上弦材断面形状は非合成トラスより大きいため鋼重が重くなるが、上横構が省けるため鋼重が大幅に少なくなり最終的には非合成トラスより少ない鋼重となった。本設計では RC 床版との合成は主構上弦材のみとし、縦桁や横桁の床組部材とは合成させていない。

4. 解析方法

RC 床版を版とした立体 FEM 解析と RC 床版を格子状骨組部材とした立体骨組解析をして比較した結果主構等の部材力に違いが無かったため、設計では床版の部材力が扱いやすい立体骨組モデルにて解析した。部材節点条件が剛結なのは直接載荷による曲げ部材となる主構上弦材と斜材上端及び縦桁とし、他の部材端はピン結合とした。図-1 に立体骨組解析モデルを、図-2 に立体 FEM 解析モデルを示す。

キーワード：鉄道橋、上路合成トラス、合理化トラス、複合構造、RC 床版、乾燥収縮

〒231-8315 神奈川県横浜市中区本町 6-50-1

Tel:045-222-9083 Fax:045-222-9102

〒020-0034 盛岡市盛岡駅前通 1-41JR 盛岡ビル

Tel:019-626-9682 Fax:019-626-9642

〒151-0071 東京都渋谷区本町 1-13-3

Tel:03-3374-4084 Fax:03-3374-4744

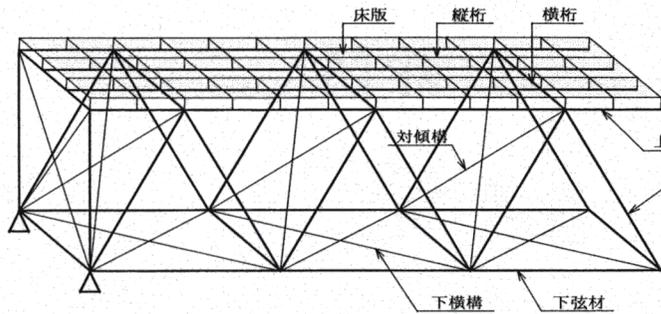


図-1 立体解析モデル図

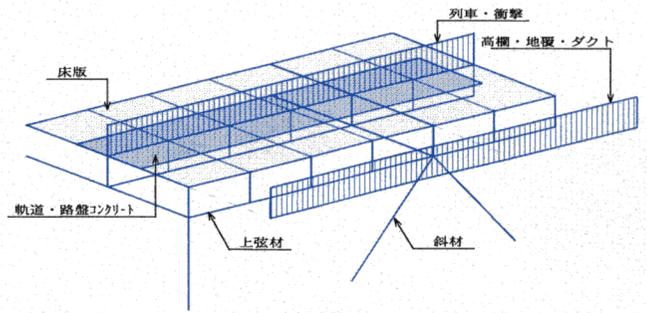


図-2 立体 FEM 解析モデル図

5. 合成トラスの部材設計方針

5-1 RC 床版圧縮領域の確認

列車走行時、RC 床版に発生する曲げモーメントは図-3に示すように、格点部で支えられた連続桁と同じような状況となる。図-3からはRC 床版には格点部において負の曲げモーメントが発生している。

このような状況では RC 部材としての特徴を活かせないため合成桁としては成立しないが、圧縮軸力が大きいトラス上弦材と合成した結果、表-2のように全領域にわたって圧縮となり合成断面として有効となった。

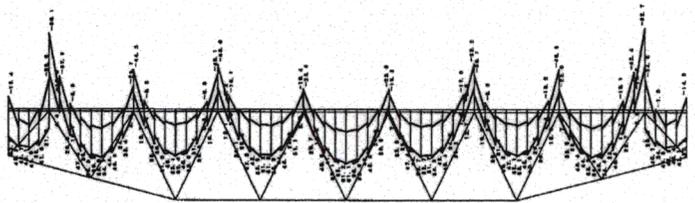


図-3 列車走行時の RC 床版の曲げモーメント図

5-2 上弦材と RC 床版の応力分担率確認

上弦材と RC 床版を合成させることにより、それぞれの部材が応力をどれくらい分担するか確認する必要がある。図-2に示す床版をシェル要素とした立体 FEM 解析モデルにて応力分担率を確認した結果、表-3のように軸力の約5割を床版が分担していた。

表-2 合成断面の応力度 (N/mm²)

		U 1	U 3	U 5	U 7
	σ_{cu}	-5.84	-4.43	-5.73	-1.77
	σ_{cl}	-6.28	-4.61	-5.92	-1.88
	σ_{su}	-113.5	-213.3	-208.4	-180.1
	σ_{sl}	-210.0	-217.0	-224.6	-185.4

表-3 応力分担率 (kN)

	U1-U3	U3-U5	U5-U7	U7-U7'
床版軸力	-4371	-5582	-6552	-7210
上弦材軸力	-3767	-5084	-6907	-7245
合計軸力	-8138	-10666	-13459	-14455
分担率	0.54	0.52	0.49	0.50

5-3 ジベル作用力の確認

RC 床版とトラス上弦材を合成した場合、ジベルに作用するせん断力を確認する必要がある。図-1に示す立体解析モデルにて、ジベルに作用するせん断力を算出しスタッドジベルの本数とピッチを決定した。ジベルにはφ22のスタッドジベルを用い、せん断力が大きい桁端部では横配置10本を130mm間隔で、せん断力が小さい格間中央部では6本を500mm間隔で、格点部では6本を350mm間隔で配置した。

5-4 上弦材各点部構造詳細

上弦材と RC 床版を合成させることにより、格点部の構造詳細を検討する必要がある。上弦材と斜材との結合条件を剛結合とし、近年鉄道下路トラスで採用している合理化格点構造を採用した。

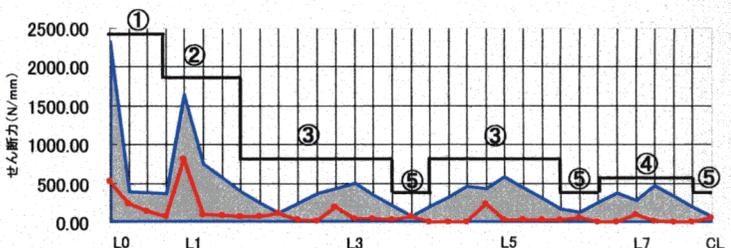


図-4 せん断力・ジベル耐力図

表-4 ジベルせん断力内訳 (N/mm)

	U 0	U 1	U 3	U 5	U 4
乾燥	1300	494	116	133	22
温度	780	296	70	80	13
他	235	844	235	214	239
合計	2315	1634	421	427	274
耐力	2415	1847	628	538	502

6. おわりに

今回は鉄道橋初の橋梁形式であったことから、解析や断面計算等の課題を明らかにし詳細な設計検証を行いながら進めた。本稿は上路合成トラスを設計した結果を基に、設計上の課題と対処の概要を報告した。今後は、上弦材と床版との合成ディテール構造などを模型実験等で検証する予定である。