

I-A169

鋼とコンクリートのダブル合成連続桁の乾燥収縮応力について

— 北陸新幹線：北陸道架道橋 —

日本鉄道建設公団 正会員 保坂 鐵矢*
日本鉄道建設公団 正会員 田原 鑑二**
早稲田大学 フェロー 依田 照彦***
パシフィックコンサルタンツ 八巻 康博****

1. はじめに

北陸道 Bv は鉄道橋としては我が国で初めてのダブル (W) 合成桁構造を採用した 4 径間連続合成箱桁橋である。図-1、図-2 に側面図、断面図を示す。鋼鉄道橋では、騒音対策として箱桁の下フランジ上に厚さ 150mm の制振コンクリートを打設するのが一般的に行われている。本橋では同コンクリートを中間支点付近で 400mm に増厚し鋼桁と合成し、中間支間では上床版を鋼桁と合成する W 合成構造を採用している。この構造を採用することにより、桁全体の剛性の向上、中間支点部を合成構造にすることにより断面を縮小出来る経済効果等の利点が考えられるが、クリープ、乾燥収縮等に不明な点も多い。本文では、桁断面に大きく影響することは無いものの、たわみ・下フランジ上のジベル配置に影響を及ぼす合成桁特有の乾燥収縮の影響に着目し、簡単な FEM 解析等を用いて下記の検討を行ったので報告する。

- ①シングル (S) 合成桁と W 合成桁の挙動の比較
- ②床版の打設順序 (時期) による挙動の比較
- ③ジベルに作用するせん断応力の分布
- ④数値計算と FEM 解析の比較

乾燥収縮の検討に関わる断面諸量を表-1 に示す。

上床版 (場所打)	$t=350\text{mm}$
下床版 (場所打)	$t=400\text{mm}$ (一定と仮定)
最終乾燥収縮量	$\varepsilon_s = 20 \times 10^{-5}$
コンクリートの線膨張係数	$\rho = 1.2 \times 10^{-5}$
温度差荷重 (ε_s / ρ)	$\Delta t = 16.8^\circ\text{C}$
クリープ係数	$n\phi = 3$
ヤング係数比	$n = 17.5$

表-1 断面諸量

2. 解析モデル

FEM 解析モデルを図-3 に示す。構造物を 2 次元モデルに置き換え、床版及びフランジは棒要素、腹板は板要素、結合材としてのジベルは棒要素 (剛性は ∞) とし、鋼桁とジベルは剛結合、床版とジベルはピン結合とした。

乾燥収縮量は、鋼桁と床版の温度差 ($\Delta t = 16.8^\circ\text{C}$) として与えた。床版打設順序 (時期) による影響検討として、上床版の中間支間部及び下床版の中間支

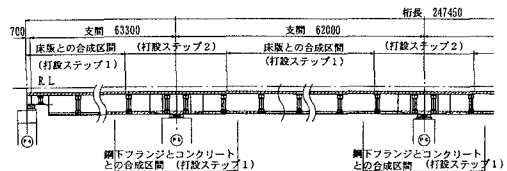


図-1 側面図

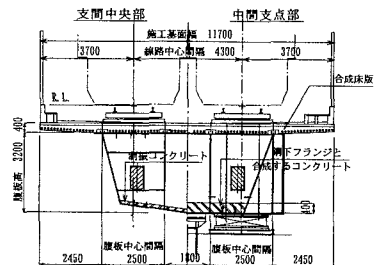


図-2 断面図

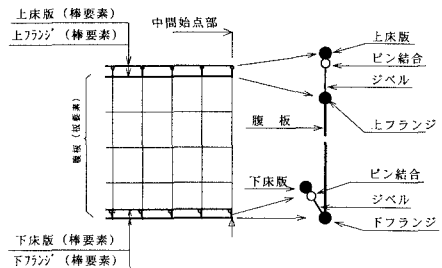


図-3 ダブル合成桁 FEM 解析モデル図

キーワード：鉄道橋・連続合成桁・W 合成・S 合成・乾燥収縮

* 〒100-0014 千代田区永田町 2-14-2 (山王グランドビル)
** 〒930-0858 富山市牛島新町 5-5 (インテック明治生命ビル)
*** 〒169-0072 新宿区大久保 3-4-1
**** 〒163-0725 新宿区西新宿 2-7-1 (新宿第一生命ビル)

Tel 03-3506-1860 Fax 03-3506-1891
Tel 0764-33-8973 Fax 0764-33-8950
Tel 03-3200-2567 Fax 03-5286-3399
Tel 03-3344-0626 Fax 03-3344-0806

点部を打設した状態をステップ 1、上床版の中間支点部を打設した状態をステップ 2 とし、ステップ 1 部の乾燥収縮が 1/2 完了した後ステップ 2 を打設する場合を Case1、乾燥収縮が全量完了した後にステップ 2 を打設する場合を Case2、及びステップ 1、2 を同時施工する場合を Case3 とした。数値解析は図-4 に示す要領で、上下に各々床版を有する断面の足し合わせと仮定して計算し、結果を表-2 の「数値解析」に示す。

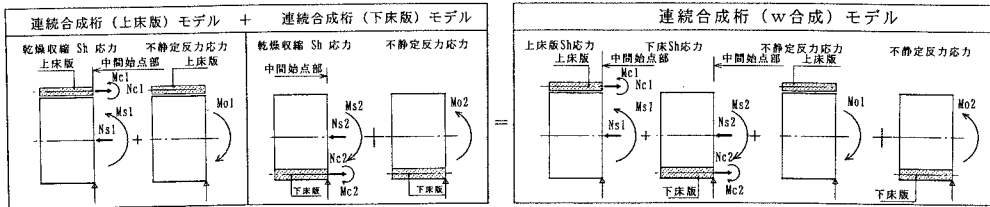


図-4 乾燥収縮応力・数値解析モデル図

3. 解析結果と考察

表-2 にW合成桁とS合成桁の施工順序（打設時期）も踏まえた中間支点部（P5 橋脚上）の乾燥収縮による発生応力度及び断面剛性を示す。W合成桁はS合成桁と比較して、上床版に作用する引張り応力度には差が少なく、鋼桁応力度が増大するが、合成効果により断面剛性が向上し、S合成桁よりも経済的断面となる。施工順序による差は床版を一括打設した場合（Case3）が最も鋼桁の発生応力度が大きくなる。従って施工順序を考慮することにより、発生応力度を低減することは可能と考えられる。

図-5 には床版を一括打設した場合の乾燥収縮によるたわみ図を示す。S合成桁と比較して、W合成桁は下側にたわむ傾向が判る。

図-6 には下床版と鋼桁の結合材としてのジベルに作用するせん断応力図と下床版に作用する軸力図を示す。せん断応力は下床版の自由端に集中し 3 角形に近い分布をなしており、通常の単純合成桁の乾燥収縮、温度差応力と同様の考えが適用出来ると考えられる。設計においては FEM 解析で得られたせん断力図より分布幅を仮定し、応力が 3 角形分布をするものとしてジベル配置を決定した。

「単位: kgf/cm^2 」

	W合成				S合成		
	FEM解析		数値解析		FEM解析		
Case No	1	2	3	3	1	2	3
上床版	12	10	14	11	12	10	14
上フランジ	-85	-82	-87	-96	-72	-67	-77
下フランジ	-166	-151	-181	-182	-99	-75	-123
下床版	11	12	10	18	—	—	—
断面剛性	$I_{v1}=86,720,000\text{cm}^4$				$I_{v1}=65,182,000\text{cm}^4$		

表-2 中間支点部に発生する σ_{sh} {+: 引張、 -: 圧縮}

4. おわりに

今回の北陸道 Bv4 径間連続W合成桁の設計に当たっては、数値解析に簡易な FEM 解析を併用することにより確認し、乾燥収縮による桁応力、たわみ（製作所）及び下床版のジベルのせん断力等に関して妥当な設計が出来たと考えられる。鉄道橋として初めての構造のため、今後鉄道橋のみならず道路橋の設計の参考になれば幸いである。

参考文献：大山理、栗田章光、瀬野靖久、富田耕司：鋼・コンクリート二重合成

連続箱桁の経時挙動に関するパラメータ解析、土木学会、第 53 回年次学術講演会 pp262-263

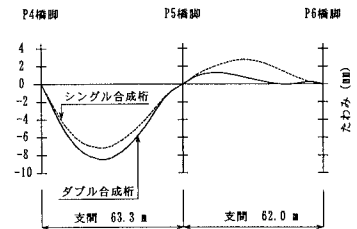


図-5 乾燥収縮によるたわみ図

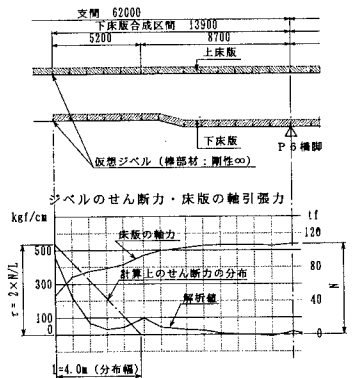


図-6 ジベルのせん断力・床版軸力図