合成床版の合成桁における剛性への影響度に関する解析検討

前橋工科大学　学生会員　○平尾　圭
前橋工科大学　正会員　谷口　望
鉄道運輸機構　藤原　良憲　横河ブリッジ　水口　知樹

1.はじめに

鋼道路橋をはじめとする床版には, 耐久性に優れる, 工期の短縮が図れる等の理由から, 一般に鉄筋コンクリート床版（RC 床版）が用いられてきた. しかし, 繰り返し荷重による RC 床版の損傷発生や, 現場での業者不足の問題が指摘されてきた. そのため, この床版に代わるものとして, 鋼・コンクリート合成床版が開発されている[1)].

合成床版を鉄道用合成桁に使用した場合, 底鋼板と上フランジがボルト一列で固定されている. しかし, 今の鉄道設計標準であると, 最低でも二列以上のボルトの配置を行わなければならない. そのため, この場合は接合したとは言えず, 設計の際, 接合断面として計算されていない. 本研究では, 底鋼板のモデル化をより現実に近いものにするため, 底鋼板と上フランジに隙間をあけることに加え, 剛結と非接触の場合を FEM で解析し, この条件が合成床版の耐荷力にどのくらい影響するかを検討した.

2.解析モデル

本研究の研究対象は, 九州新幹線の松尾線路橋で, 構造形式は, 4 径間連続合成箱桁である. 解析対象の第 2 径間の一部分のみモデル化した. スパン L は 11.4m であり, 合成床版は幅 B 11.2m×高さ 0.25m（底鋼板厚 6mm）, 鋼箱桁の高さを 1.5m とした.

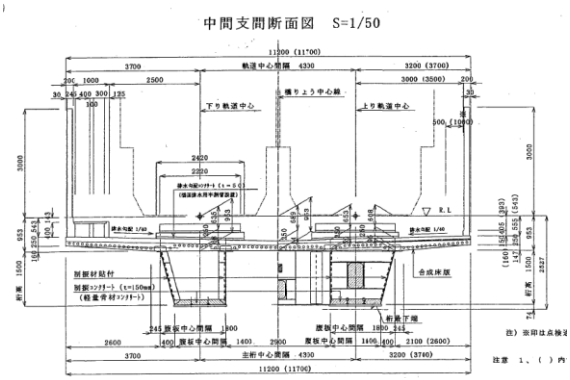

図 1. 中間支間断面図

3. 解析手法

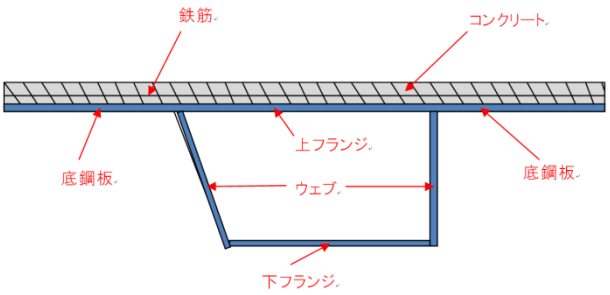

図 2. CASE1 モデル

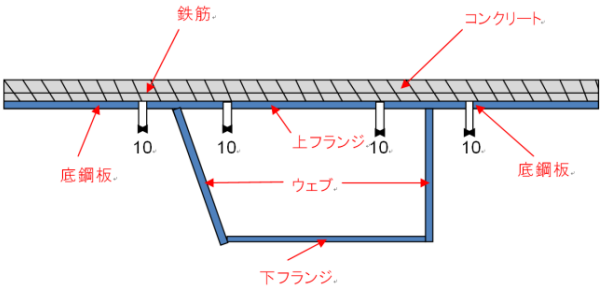

図 3. CASE2 モデル

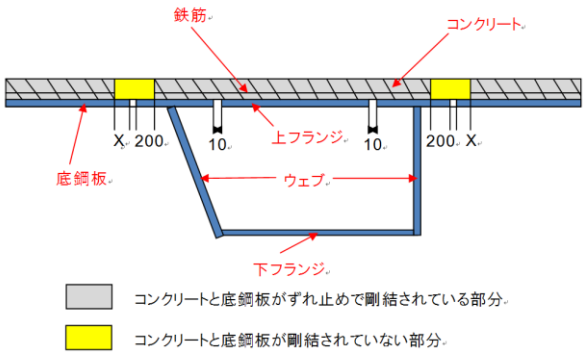

図 4. CASE3~8 モデル

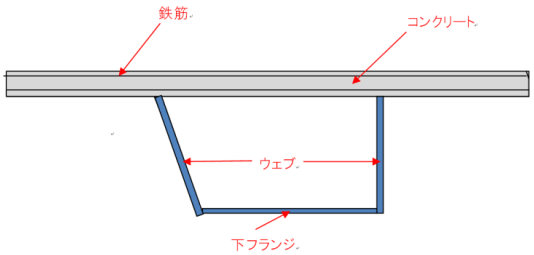

図 5. CASE9 モデル

キーワード　合成床版　底鋼板　剛結　ずれ止め
連絡先　〒371-0816 群馬県前橋市上佐鳥町 460-1 前橋工科大学 社会環境工学科 TEL 027-265-0111

設計において, 底鋼板と上フランジが合成効果に影響を与えるかどうか検証する. そこで, 9つのCASEに分けて, それぞれに正曲げと負曲げで載荷した.

CASE1：底鋼板と上フランジが完全剛結（図2）.

CASE2：底鋼板と上フランジが非接触. コンクリートを介して全面剛結（図3）.

CASE3～8：底鋼板と上フランジが非接触. コンクリートを介してずれ止め部を想定した一部のみ剛結. 底鋼板と剛結されていない部分の幅は, それぞれx=150mm, 300mm, 450mm, 600mm, 750mm, 2100mmとする（図 4）.

CASE9：底鋼板なし（図5）

CASE1のみ, モデルの妥当性を検証するために, 合成床版にむけて垂直方向に荷重848kNで載荷した. 載荷位置は, 箱桁のウェブの位置に, 212kN×4箇所とした.

また, 合成桁の設計の際, 鉄筋コンクリートの幅を箱桁と一体化して計算することを踏まえ, それぞれの有効幅（αB, B は床版幅）の定数αを求めた.

4. 解析結果と考察

底鋼板と上フランジが完全に剛結された状態（CASE1）に正曲げ載荷した. この場合の初等理論値とFEM解析したものを比較したところ, 似たような結果となった（図 6）.

表 1 をみると, 正曲げ載荷も負曲げ載荷も, 隙間をあけて剛結されていない部分の幅を広くするほど降伏荷重が小さくなる. しかし, それほど大きな差は無いことが考えられる. 加えて, 正曲げ載荷よりも負曲げ載荷の方が降伏が早く始まることがわかる.

また, 有効幅αB のαを求める際, 正曲げでは降伏時の, 負曲げでは降伏とひび割れ時の荷重と変位を使った. この時のそれぞれの CASE の値を式（1）に代入して, 断面二次モーメント I'を求める. この I'と理論値で算出した断面二次モーメントを比べ, αを求めた.（表 2）

$$\delta = PL^3/48EI' \quad (\alpha < 1) \qquad (1)$$

δ：変位

P：載荷荷重

L：スパン長

E：ヤング係数（2.0×10^5kN/mm²）

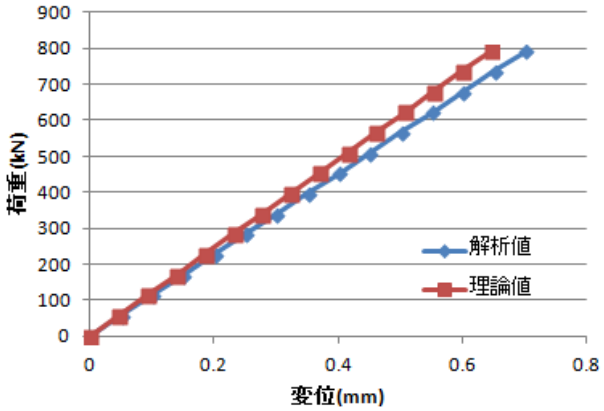

図 6. FEM 解析と理論値の荷重－変位の比較

表 1. 正曲げと負曲げの降伏点と x の関係

		正曲げ	負曲げ	負曲げ
	x(mm)	降伏点	降伏点	ひび割れ発生点
		(10^4kN)	(10^4kN)	(10^4kN)
CASE2	0	0.388	0.125	0.019
CASE3	150	0.378	0.125	0.019
CASE4	300	0.378	0.124	0.019
CASE5	450	0.367	0.113	0.019
CASE6	600	0.356	0.109	0.019
CASE7	750	0.346	0.109	0.018
CASE8	2100	0.324	0.109	0.017
CASE9	2100	0.313	0.106	0.016

表 2. 有効幅αB の定数αの値

	正曲げ（降伏点）	負曲げ（降伏点）	負曲げ（ひび割れ）
CASE2	0.992	0.840	0.740
CASE3	0.950	0.828	0.716
CASE4	0.910	0.820	0.710
CASE5	0.885	0.811	0.693
CASE6	0.865	0.804	0.682
CASE7	0.842	0.802	0.680
CASE8	0.827	0.800	0.630
CASE9	0.759	0.725	0.615

5. まとめ

結果より, 底鋼板と上フランジが非接触であっても, 合成効果にはあまり影響がないと考えられる.

参考文献

1） 鋼構造物設計指針 PARTB, 第 3 編合成床版編, 土木学会, 1997