

連続合成桁中間支点部の横座屈に対する合理的設計方法の開発とその検証 Development of design method for lateral distortional buckling of continuous composite girders

プロジェクト代表者：奥井義昭 (理工学研究科・准教授)

Yoshiaki OKUI (Dept. of Environmental Sci. & Civil Eng., Assoc. Prof.)

1 はじめに

現在の道路橋示方書にもとづく連続合成桁中間支点部近傍の負曲げに対する設計では、合成桁であってもコンクリート床版の影響は無視され、鋼桁単体の横ねじれ座屈に基づき設計を行っている。さらに横構または対傾構などによる下フランジの拘束を前提とし、座屈モードの固定点と仮定している。しかし最近の合理化橋梁では横構・対傾構などは無く、現実の構造とは乖離したモデルに基づく設計を行っている。床版の拘束効果を考慮した新しい設計法を開発することで、形鋼等を利用した小スパンの橋梁では横構、対傾構が全くない構造の合理的な設計法や、中スパンの少数主桁合理化橋梁では、現在の設計法による許容応力度の低減を緩和でき、より経済的な設計が可能となるものと思われる。そこで本研究では、連続合成桁の中間支点部を対象として、横座屈に対する合理的かつ簡便な設計法を開発することを目的として、3次元要素法による有限要素解析を行った。

2 設計法の概要とその検証方法

設計法の概要を図1に示す。

まず、連続合成桁の下フランジの横剛性を評価する。このとき、コンクリート床版の上フランジの拘束効果、垂直補剛材の剛性、横桁の影響を考慮してバネ定数を算定する。

次に(b)のモデルにおいては下フランジを横方向に弾性支持された柱としてモデル化し、弾性座屈荷重を算出するが、この結果をFEMによる弾性座屈固有値解析の結果と比較することで検証する。具体的には弾性床上的の柱モデルでは等価な軸力の設定や、断面積の設定が問題となり、それを検討することとなる。

(c)では得られた弾性座屈軸力 N より弾性座屈モーメント $M_{e,cr}$ をもとめ、これより細長比パラメータを求める。

(d)では得られた細長比パラメータから、柱の耐力曲線を用いて弾塑性時の極限強度 M_{cr} を求める。

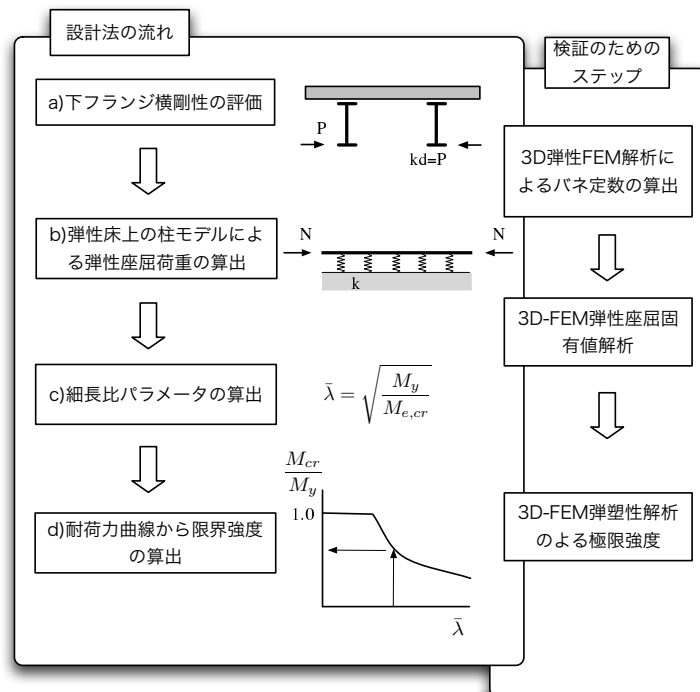


図 1 LDB 検討フロー

3 検証に用いた解析モデル

検証に用いた解析モデル断面図および断面構成図を図2に示す。モデル橋は支間50+50+50mの3径間連続合成桁である。図2のモデルに加えて下フランジをL-flg 800*58およびL-flg 700*66に変更したモデルを追加し、下フランジの横方向の剛性に影響を及ぼす垂直補剛材の間隔と剛性を変化させて表??の6ケースの解析を行うこととした。表??において、 α は垂直補剛材で囲まれている腹板のアスペクト比を表し、全

表 1 計算ケース

垂直補剛材間隔	$\alpha = 0.5$	$\alpha = 0.5$	$\alpha = 1.0$
垂直補剛材	190 × 16	190 × 16 + 100 × 16	190 × 16
L-flg 800 × 58	case 1	case 2	case 3
L-flg 700 × 66	case 4	case 5	case 6

表 2 座屈固有値の比較

	3D model		簡易モデル	
	(a)	(b)	(c)	(d)
original	6.85	10.51	10.34	11.71
case 1	7.12	10.67	-	-
case 4	7.11	10.74	-	-

このケースにおいて垂直補剛材の寸法は 190 × 16 であるが、case 2,5 のみは欧州の 2 主桁橋に多く見られるように垂直補剛材にフランジ (100 × 16) が付いているものを想定した。

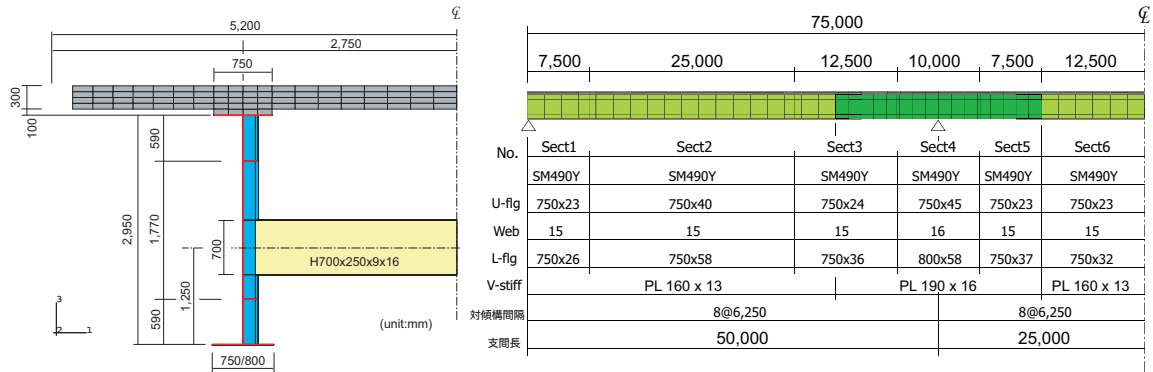


図 2 モデル橋の断面図と断面構成図

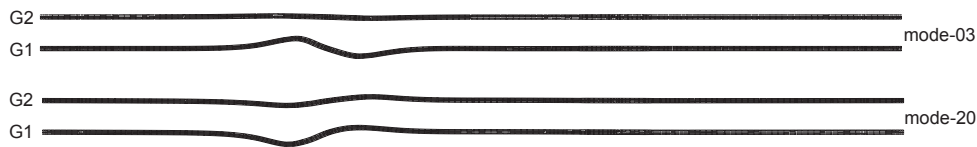


図 3 3D model による弾性座屈モード (上段：座屈固有値=6.85；下段：座屈固有値=10.51) (下フランジを橋梁の下から見た図)

4 検討結果の概要とまとめ

3次元 FEM モデルおよび、設計用の簡易モデルによる弾性座屈固有値解析の比較結果を表 2 に示す。座屈固有値は (死荷重+活荷重) に対する荷重倍率を表す。3D model の結果が (a), (b) と 2 つあるのは、どちらも、ほぼ、下フランジの横座屈のモードと考えられる (図 3 の座屈モードを参照)。一方、簡易モデルとは設計時の弾性座屈固有値を簡便に求めるために弾性床上の柱モデルから計算された座屈固有値である。このモデルでは弾性床のバネ定数を 2 通りの方法で計算し、(c), (d) の結果を得ている。(c) は図 5 において $P_1 = P_2 = P$ より算出したバネ定数、(d) は $P_1 = P, P_2 = 0$ より算出したものである。

設計用の簡易的な弾性床上の柱モデルの検討を行ったが、3次元 FEM の弾性座屈解析結果と簡易モデルの結果がうまく整合せず、簡易モデルの提案が現時点では出来ない状況にある。しかし、今後とも、検討を続けて行く予定である。