

合成床版橋の底鋼板パネル座屈に関する検討

川田工業 正会員 宮西 淳*1
 川田工業 正会員 田中一夫

川田工業 正会員 辻角 学
 関西大学 フェロー 三上市蔵

1. はじめに

合成床版の底鋼板を鋼桁により補剛した合成床版橋(図-1 参照)は, 中小の支間を対象とした新しい橋梁形式であり, 急速施工と低い構造高を可能にするものである.

本形式の設計におけるひとつの課題として, コンクリート打設時における底鋼板の座屈照査が挙げられる. 架設時のみのいわば一時的な圧縮補剛板である底鋼板に対し, 道路橋示方書に準拠し圧縮補剛板あるいは鋼床版として板厚決定することは著しく不合理であり, 底鋼板パネルの座屈応力を適切に算定して照査を行うことが, 合理的な設計を行う上で不可欠と考えられた.

パネルの座屈応力算定式としては線形理論によるDIN4114 がよく知られており, これを適用することも一案ではある. しかし, 同様に線形理論に基づいている道路橋示方書では, 幅厚比の大きな領域で線形理論が実挙動と乖離することを考慮して裕度 2.0 を安全率の他に課している. これに準拠すれば DIN4114 による許容値の設定も厳しいものにならざるを得ず, 合理的な設計とはならない.

そこで本検討では, 数ケースの非線形解析を実施して実挙動に即した座屈応力の把握を行うと共に, 既往の提案式との比較を試みた. 以下に結果を報告する.

2. 検討概要

コンクリート打設時における底鋼板パネルの座屈耐力把握を目的として, 図-2 に示すように主桁間の底鋼板パネルを横リブと共にモデル化した. Z(鉛直)方向は主桁軸線上で拘束している. 表-1 に示すとおり, モデルは実構造の形状として想定される3タイプを作成した. 解析検討の手順を下記に示す.

- a. 線形座屈解析を実施.
- b. 線形解析による1次モードの把握.
- c. 線形解析による1次モード振幅の最大値を横リブ間隔 / 150(道示に部材精度として規定)として初

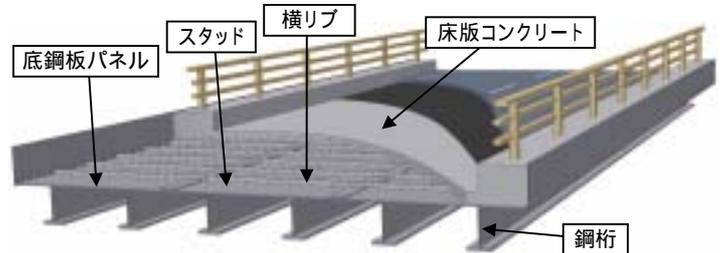


図-1 合成床版橋の例(SC ガーダー橋)

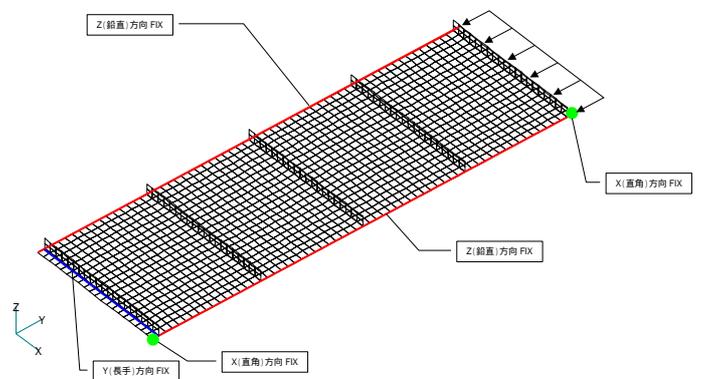


図-2 解析モデル概要と拘束条件

表-1 解析モデル諸元

	タイプ 1	タイプ 2	タイプ 3
床版支間 (mm)	1000	1400	1700
横リブ間隔 (mm)	750	750	750
アスペクト比	0.750	0.535	0.441
デッキ厚 (mm)	10	10	10
横リブ断面 (mm)	75 x 9	75 x 9	75 x 9
幅厚比パラメータ	1.767	2.146	2.312
DIN4114 による座屈係数	4.34	5.77	7.33

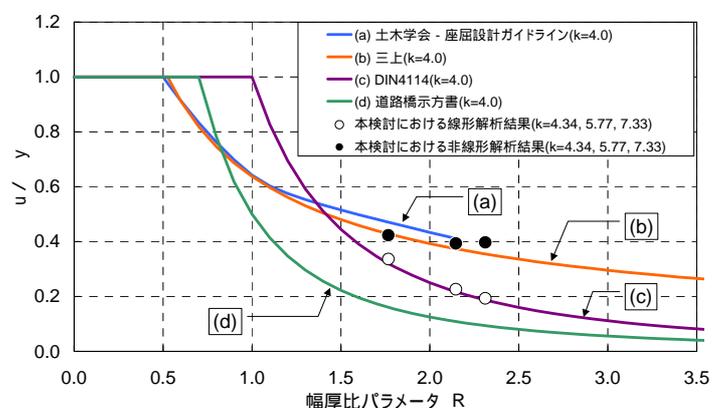


図-3 各種耐荷力曲線と解析結果

キーワード：合成床版橋, 座屈, 非線形解析

期変形を与え、非線形座屈解析を実施。

3. 解析結果

図-3 は各種算定式に基づく耐荷力曲線に本検討の解析結果を重ねたものである。また、解析結果の一例として図-4、図-5 にそれぞれタイプ3の線形・非線形解析による1次モードを示した。図-3において、土木学会・座屈設計ガイドライン式および三上式は非線形解析・試験結果に、DIN4114 式および道路橋示方書式は線形理論に基づいている。本検討の解析結果の座屈係数 k 値が異なるため、厳密な比較は出来ないが、線形解析結果はDIN4114 式に、非線形解析結果は三上式に比較的良好に適合している。

表-1 に解析結果から得られた座屈応力を示す。応力値は載荷荷重をパネル断面積で除し求めた公称応力である。非線形解析による座屈応力が線形解析結果を上回っているが、これは非線形解析において応力が面外変形の進むパネル中央を避け、主桁ライン近傍に集中するためと考えられる。

図-6、図-7 は本形式で想定される標準的な主桁間隔に対し、線形・非線形解析結果と座屈係数 k 値を等しくしたDIN4114 式・三上式を比較したものである。

図-6 より線形解析結果は DIN4114 式にほぼ一致しており、線形座屈一次モードが正しく把握されていると考えられる。この一次モードを元に初期不整を考慮し非線形解析を実施した結果は、図-7 に示すとおり、三上式とよく一致している。底鋼板パネルの座屈応力は三上式により評価できると考えられる。

4. まとめ

- コンクリート打設時における、合成床版橋の底鋼板パネルの非線形座屈解析を行った結果、少なくとも本検討 3 タイプの幅厚比パラメータ範囲内 ($1.767 < R < 2.312$) においては、三上式を用いることで、より正確な座屈応力を求めることが出来、合理的な設計を行うことが可能となる。
- 具体的な照査方法として、床版打設により生じる圧縮応力を底鋼板パネル全断面有効で算出し、許容値は三上式から安全率 1.7 (架設時における許容値の割増しは別途考慮) として求めればよい。

〔参考文献〕

- 1) 土木学会：座屈設計ガイドライン，1987.10
- 2) Ichizou MIKAMI, Kazuhisa NIWA：Ultimate compressive Strength of orthogonally stiffened steel plates, Journal of Structural Engineering, Vol.122, No.6, 1996.6

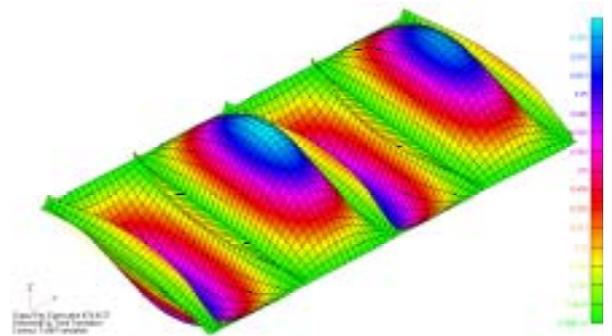


図-4 線形座屈解析 1次モード(タイプ3)

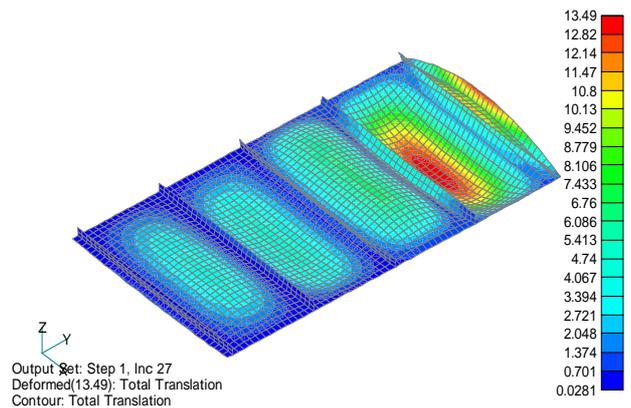


図-5 非線形座屈解析 1次モード(タイプ3)

表-1 解析結果 - 座屈応力(N/mm²)

	タイプ 1	タイプ 2	タイプ 3
線形 (割合)	82.3 (1.00)	55.5 (1.00)	47.4 (1.00)
非線形 (割合)	103.7 (1.26)	96.2 (1.73)	87.9 (1.85)

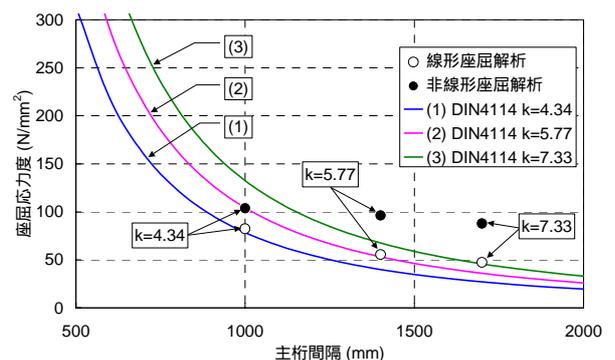


図-6 DIN4114 式と解析結果

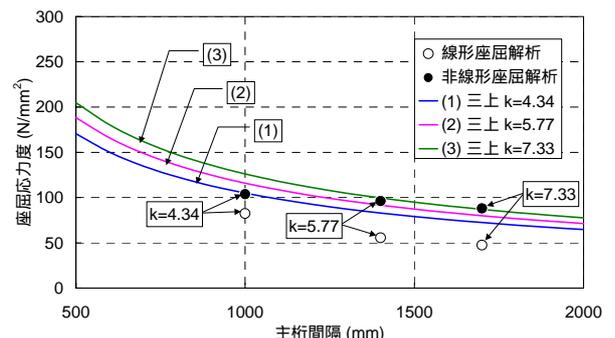


図-7 三上式と解析結果