

斜角を有する波形鋼板ウェブ橋のせん断座屈強度について

日本道路公団 北海道支社 正会員 東田 典雅、中村 元、小野塚 和博
ドーピー建設工業(株) 正会員 山崎 通人、正会員 ○吉田 政宏

1. はじめに

北海道縦貫自動車道の遊楽部川橋^{ユラップガリバン}は、従来のプレストレストコンクリート（以下P Cとする）箱桁橋のウェブを波形鋼板に置き換えた波形鋼板ウェブP C橋を採用している。本橋は現地立地条件により最大斜角 68 度（図-1 参照）を有しており、斜角の影響によるねじりモーメントが大きく発生すると考えられる。また、波形鋼板ウェブ箱桁断面は従来のP C箱桁断面に比べ、ねじり剛性が小さいため面外変形が大きくなる。一方、面外変形は波形鋼板の座屈耐力に影響をおよぼし、波高の小さいものについては座屈荷重より低い部分で非線形性が現れ、変形量が大きくなるという報告¹⁾がある。そこで本研究は、ねじりモーメントに着目し、座屈に対する安全性について検討した結果を報告する。

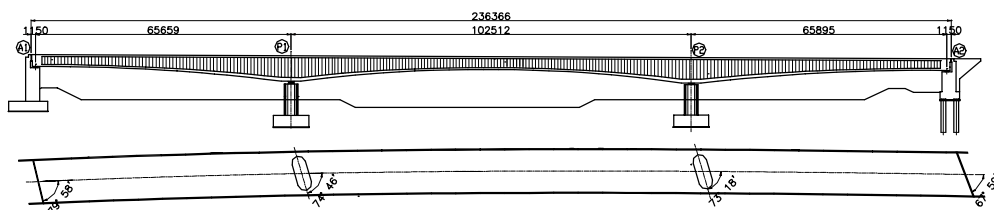


図-1 遊楽部川橋 橋梁概要図

2. 検討概要

座屈解析検討位置は、図-2 に示すような面外骨組みモデルにより断面力を算出した結果から、ねじりモーメントが卓越する A2 端支点部付近とした。また、斜角によるねじりモーメントの影響度を比較するために、斜角 90° のモデルについても検討を行った。検討部位の主桁断面および波形鋼板形状を図-3 に示す。この波形鋼板形状は、非弾性域を考慮した座屈強度により決定し、鋼板のせん断降伏が先行した後に座屈するような形状としている。

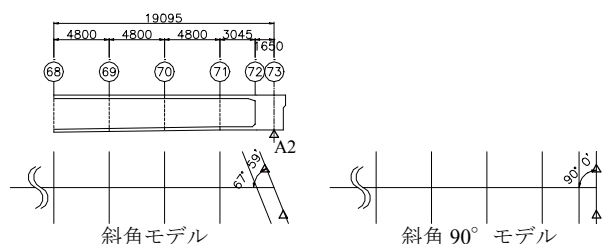


図-2 面外骨組みモデル

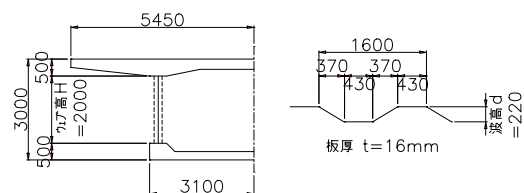


図-3 主桁断面および波形鋼板形状

座屈解析は、弾塑性有限変位解析プログラム「J-F-C-P」¹⁾ による3次元FEM解析を行った。解析モデルは図-2 に示す68断面からA2桁端部までをモデル化し、68断面を固定端とした片持ち梁モデルとした。（図-4 参照）

モデルには荷重として式-1 に示す各荷重と、支承反力とを載荷した。この支承反力は全体系の面外骨組み解析により算出した反力とした。また活荷重はL荷重とし、波形鋼板ウェブの最終パネルである72断面のねじりモーメントが最大となるような載荷状態とした。図-4 に活荷重の載荷状態を一例として示す。

解析は、前述した荷重を式-1 に示すような荷重増分係数 α の初期値を 1.0 とし、これを漸増させ、鋼板に作用するせん断応力度と変位の確認を行った。座屈に対する安全性

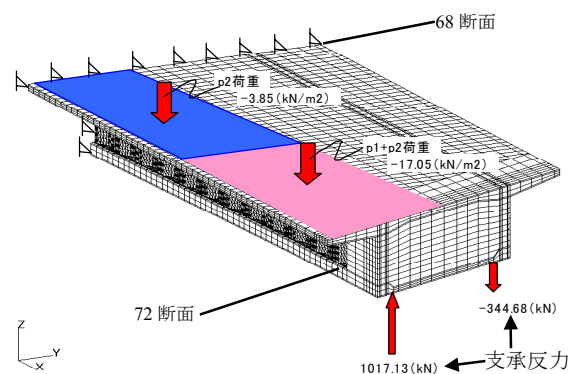


図-4 解析モデルおよび活荷重載荷状態

キーワード 座屈、ねじりモーメント、波形鋼板ウェブ

連絡先 〒170-0004 東京都豊島区北大塚 1-16-6 ドーピー建設工業株式会社 TEL 03-3918-6172

の確認は、鋼板がせん断降伏を開始する時点の α が、道路橋示方書で示す終局荷重時の荷重係数 1.7 以上を確保できているかを確認した。

$$\alpha \cdot (D1 + D2 + L) + PS1 + PS2 \quad \text{---- 式-1}$$

ここに、D1：主桁自重、D2：橋面荷重、PS1：有効プレストレス1次力、PS2：有効プレストレス2次力、L：活荷重である。

3. 検討結果

斜角の有無によるねじりモーメントの解析結果を表-1に示す。活荷重は偏載荷しているため差は小さいが、死荷重は影響が大きく、斜角有りは無しに比べ合計で 75%増となっており斜角の影響がねじりモーメントに現れている。

表-2はFEM解析により得られた左右のウェブ（図-5のパネル35と45）に発生するせん断応力度の比率と、骨組み解析により得られた、ねじりモーメントによるせん断応力度を参考文献2)に示す算出式（修正係数を用いたもの）により算出した結果を示す。左右ウェブのせん断応力度の比率はFEM解析値とほぼ一致している。

図-6は弾塑性有限変位解析による荷重増分係数 α と G2 支承位置での鉛直方向変位結果を示しており、 $\alpha=1.4$ 付近でコンクリートの初期ひび割れが発生し、 $\alpha=4.2$ 付近から鋼材の降伏が開始する挙動となっている。図-7(a)は $\alpha=1.4$ 時点での塑性域図であり、赤に着色されている要素のコンクリートにひび割れが発生している。また図-8は α とパネル45位置でのせん断応力度の解析結果を示しており、 $\alpha=4.2$ 付近からせん断降伏が始まる挙動となっている。図7(b)は $\alpha=4.4$ 時点であり、赤に着色されている鋼板の要素が降伏している。

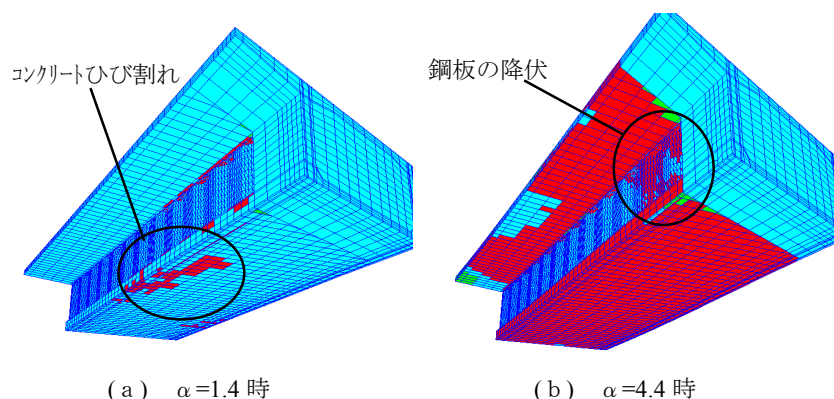


図-7 塑性域図

4. まとめ

以上の検討により、次のような結果を得た。

① ねじりモーメントによる波形鋼板のせん断応力度は、参考文献 2)に示す算出式により求める事で評価が出来る。② 本橋は終局時の荷重係数 4.2 を有しており、座屈に対して安全である。

参考文献

- 1) 角谷務、青木圭一、富元信、狩野正人：波形鋼板ウェブのせん断耐力評価、プレストレストコンクリート、Vol. 43、No. 1、2001
- 2) 上平、立神、本田、園田：波形鋼板を有する PC 箱桁橋のせん断及びねじり特生に関する研究、プレストレストコンクリート、Vol. 40、No. 3、1998

表-1 面外骨組み解析による 72 断面ねじりモーメント

単位：KN・m

	斜角有り①	斜角無し②	①/②
死荷重	1788	28	63.86
活荷重	3041	2727	1.12
合 計	4829	2755	1.75

表-2 $\alpha=2.0$ 時の左右ウェブせん断比率

	G1	G2
FEM解析による平均せん断応比率	37%	63%
骨組み解析によるせん断応力度	せん断力による	109.3 N/mm ²
	ねじりによる	-22.9 N/mm ²
	合計	86.4 N/mm ²
	比 率	40%

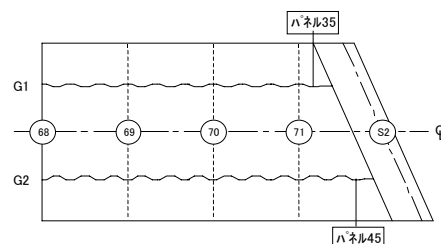


図-5 着目パネル位置図

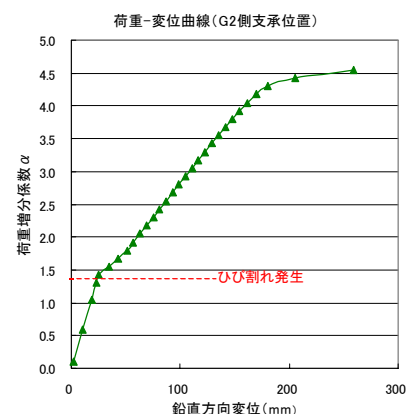


図-6 荷重増分による変位

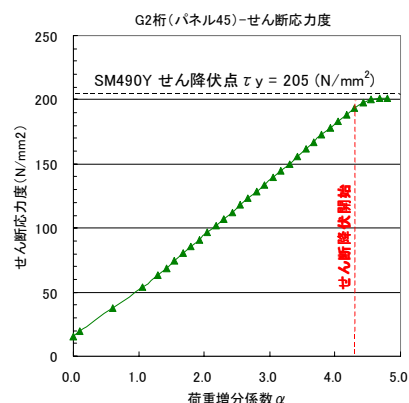


図-8 荷重増分による波形鋼板のせん断応力度