

有限変位解析による波形鋼板ウェブの耐荷力評価

日本道路公団
日本道路公団

正会員

青木圭一
角谷 務

京都大学
京都大学受託研究員

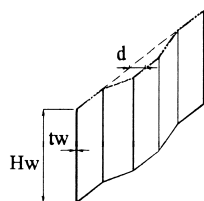
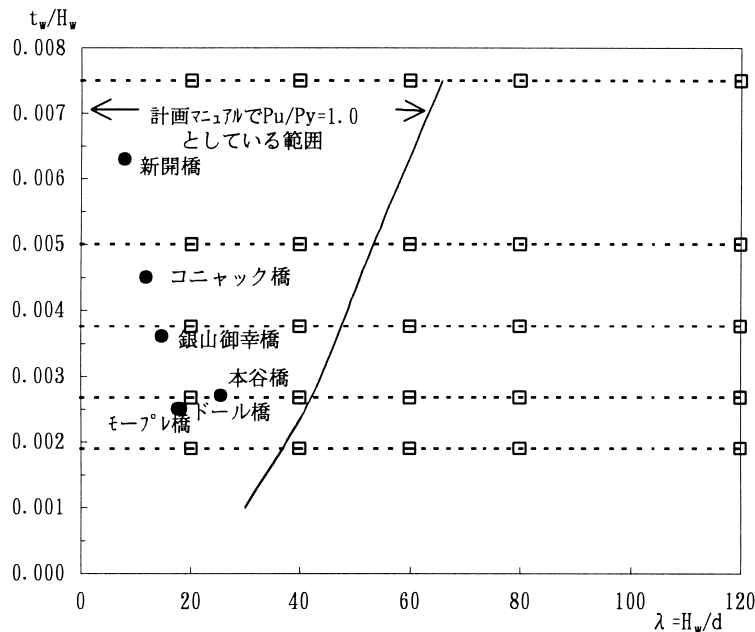
フェロー 渡邊英一
正会員 富本 信

1. はじめに

近年、複合構造橋梁の一つとして、波形鋼板ウェブを用いたP C橋の施工実績が増えてきている。しかし、波形鋼板のせん断座屈挙動については、十分に解明されたとは言えないのが現状である。波形鋼板ウェブの座屈安全性の照査は、局部座屈、全体座屈を個別に取り扱い、それぞれについて、弾性座屈強度をもとに照査が行われている。全体座屈については、Easley の式¹⁾による弾性座屈強度に対して、非弾性域を考慮した算定式も提案されている²⁾が、連成座屈挙動については研究段階である。このような現状をふまえ、本研究では、波形鋼板ウェブを対象に有限変位解析プログラムによるパラメトリック解析を行い、耐荷力評価のための基礎的資料を提供する。

2. 解析モデル

図1にパラメトリック解析の範囲を示す。図1に示すように実橋においては H_w/d が20以下になっていることがわかる。そこで、表1に示すように、板厚および波高を5種類に変化させてパラメーター解析を行った。解析モデルを図2に示す。



H_w : ウェブ高(1200mm)
 t_w : ウェブ厚
(2.3, 3.2, 4.5, 6, 9mm)
 d : 波高
(10, 15, 20, 30, 60mm)

表1 パラメトリック解析の解析モデル諸元

	スパン L (mm)	ウェブ(SS400)			フランジ(SM490Y)		
		高さ H_w (mm)	厚さ T_w (mm)	降伏応力 σ_y (MPa)	幅 b_f (mm)	厚さ T_f (mm)	降伏応力 σ_y (MPa)
A	4200	1200	2.3	245	180	11	365
B	4200	1200	3.2	245	180	14	365
C	4200	1200	4.5	245	180	21	355
D	4200	1200	6.0	245	180	28	355
E	4200	1200	9.0	245	180	42	355

各モデルともに5種類の波高(d)を使用した。
 $d = 10, 15, 20, 30, 60$ mm

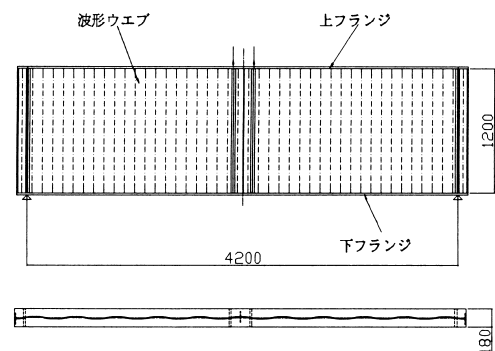


図2 解析モデル

図1 パラメトリック解析の範囲

キーワード：有限要素法，波形鋼板，せん断座屈，全体座屈

連絡先：日本道路公団 〒100-8979 東京都千代田区霞が関 3-3-2

TEL 03-3506-0272 FAX 03-3506-8870 E-mail kohzou3@ho.japan-highway.go.jp

3. 解析結果

パラメトリック解析の結果、板厚 3.2mm の場合における荷重と鉛直方向変位の関係を図 3 に、荷重と面外方向変位の関係を図 4 に示す。座屈荷重と降伏荷重の比(P_u/P_y)と桁高波高比(H_w/d)の関係を図 5 に示す。

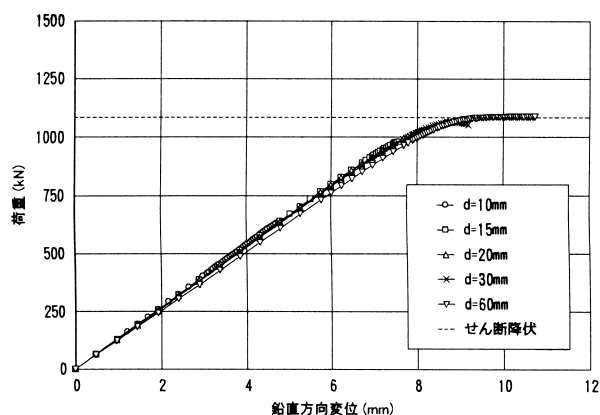


図 3 荷重と鉛直方向変位との関係(B シリーズ)

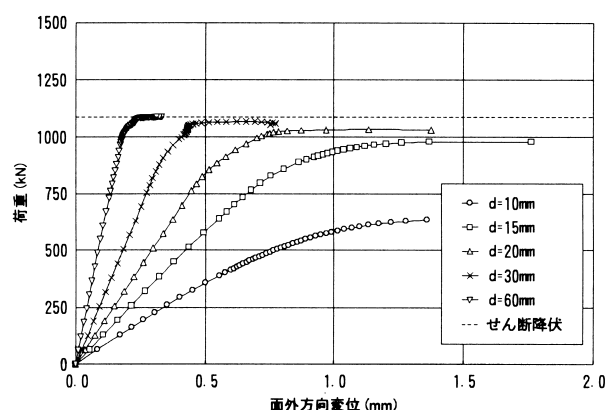


図 4 荷重と面外方向変位との関係(B シリーズ)

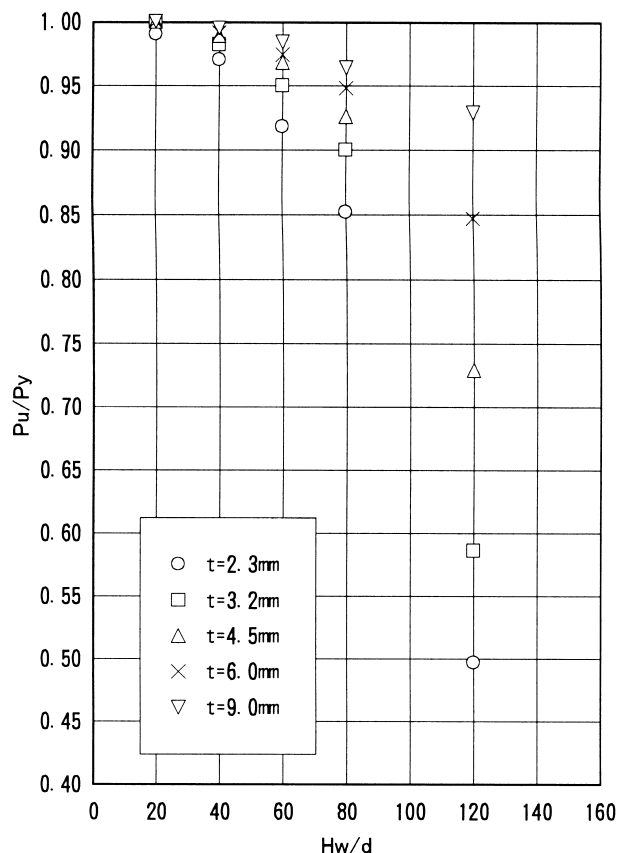


図 5 P_u/P_y と H_w/d との関係

4. まとめ

パラメトリック解析の結果、 H_w/d が 20 を越える範囲では、座屈荷重が降伏荷重を下回ることがわかった。フランスのドール橋をはじめとして実橋においては、標準的な構造で $H_w/d=18$ 以下となっており、座屈荷重と降伏荷重の比(P_u/P_y)は概ね 1.0 であることがわかる。また、鉛直方向変位は、いずれの波高においても線形性が見られるが、面外方向変位は、波高の小さいものにおいては荷重の低い部分で非線形性が現れ、変形量が大きくなることがわかる。今後、波形ウェブ橋の支間長が長くなり桁高が高くなるときには、振動問題もふくめ、波高の選定には注意をする必要がある。さらに、解析の検証のために座屈実験を行い、残留応力を含めた解析を行う予定である。

なお、本解析には、鋼補剛板構造の弾塑性有限変位解析プログラム USSP³⁾を使用したことを付記する。

参考文献

- 1) 波形鋼板ウェブ合成構造研究会：波形鋼板ウェブ P C 橋計画マニュアル(案)，平成 10 年 12 月。
- 2) Easley, J. T. : Buckling Formulas for Corrugated Metal Shear Diaphragms, Journal of the Structural Division, ASCE, No. ST7, pp.1403-1417, July, 1975.
- 3) Kano, M., Yamano, T., Nibu, M., and Kitada, T. :A Computer Program, USSP, for Analyzing Ultimate Strength of Steel Plated Structures, Proceedings of the 5th International Colloquium on Stability and Ductility of Steel Structures, pp.763-770, 1997.