

波形鋼板ウエブ P C 橋の力学的性状に関する 1, 2 の検討

日本道路公団 名古屋建設局 正会員 水口 和之
 日本道路公団 名古屋建設局 正会員 芦塚憲一郎
 (株)ピー・エス 名古屋支店 正会員 大浦 隆
 (株)ピー・エス 名古屋支店 正会員 日高 重徳

1. はじめに

一般に、波形鋼板ウエブを用いた P C 橋では曲げと軸力に対しては床版コンクリートのみを有効断面とし、せん断力に対しては波形鋼板ウエブのみ有効断面として設計されている。実際、床版コンクリートの圧縮・引張は梁理論により求めることができ、平面保持の法則がほぼ成り立つことが実験的にも確認されている¹⁾。しかしこうした実験において、ウエブに生じるせん断力が計算から求められる値よりも一様に小さくなる傾向がある^{1) 2)}。その原因の一つとして、床版コンクリートがせん断力の一部を負担していると考えられる。せん断変形が大きくなるといわれる⁴⁾ 波形鋼板ウエブ橋において、せん断力の分担割合を把握することは張出し施工における上げ越し管理の際にも重要な参考資料となりうる。そこで本検討では、東海北陸自動車道「本谷橋」をモデルとし、立体 F E M 解析により波形鋼板ウエブ・上床版・下床版が各々どれだけのせん断力を負担するのかを調べることにした。

また中間支点上などで、波形鋼板のせん断変形を床版コンクリートが拘束するために床版部分に付加的な曲げ応力が生じるといわれている^{3) 4)}。床版コンクリートに局所的な応力が作用することは危険側にも成り得るため、本稿の後半でこの付加曲げ応力についても検討する。

2. 解析概要

解析モデルは図-1 に示すように本谷橋の中間支点付近の断面を等断面・等桁高（桁高 5 m、 $L=2.4$ m）とした半断面モデルで、一方の桁端を完全固定、他方を自由とする片持ちモデルである。ただし、横桁は設けていない。解析ケースを表-1 に示すが、Case 1 は自由端側のウエブ上に 100 (tf) 集中荷重を載荷している。Case 2 では同モデルの全要素に自重を与え、Case 3 では波形鋼板部分のみ短くすることで桁高を 3 m としたモデルで比較を行った。

3. 解析結果

解析の結果を表-3 に示すが、固定端から桁高分（4.8 m）離れた断面で、（各要素のせん断応力×面積＝せん断力）として求めた。自重を載荷したモデルは、百分率により全荷重の合計が 100 (tf) になるように換算した。この解析結果から、波形鋼板ウエブは 70～85 % 程度のせん断力を負担し、コンクリート床版は 15～30 % 程度負担する結果となった。このことから、設計せん断力から平均せん断応力度により波形鋼板ウエブの必要厚さを求める際、全せん断力をウエブで負担するという従来の仮定は安全側の設計とな

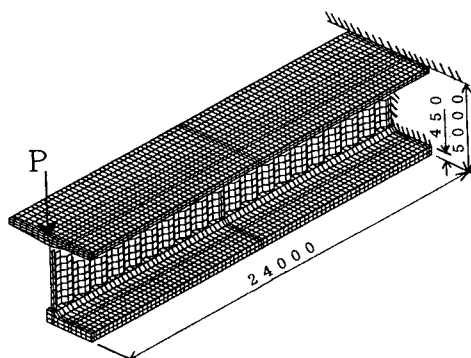


図-1 解析モデル(半断面モデル)

表-1 解析モデルと荷重

	桁高	載荷荷重
Case 1	5 m	100 (tf) 集中載荷
Case 2	5 m	自重(分布)載荷
Case 3	3 m	100 (tf) 集中載荷

表-2 材料物性

コンクリート	圧縮強度	400 (kgf/cm ²)
	弾性係数	3.1×10^4 (kgf/cm ²)
	単位重量	2500 (kgf/m ³)
波形鋼板	弾性係数	2.1×10^4 (kgf/cm ²)
	厚さ	12 (mm)
	単位重量	7850 (kgf/m ³)

表-3 せん断力の分担

	Case 1	Case 2	Case 3
上床版	5.9 (tf)	5.8 (tf)	10.6 (tf)
下床版	8.8 (tf)	8.6 (tf)	15.4 (tf)
波形鋼板ウエブ	85.1 (tf)	85.6 (tf)	73.0 (tf)

っていることがわかる。また、高さ方向のせん断応力度分布を図-2に示すが、固定端(A-A断面)では一般的な2次放物線状に分布するが、桁高の1/2程度離れた(B-B断面)やC-C断面では、波形鋼板ウエブ橋に特有な高さ方向に一樣なせん断応力度分布となることが確かめられた。

4. 付加曲げ応力

図-1と同じ解析モデルを用いて固定端付近の軸方向ひずみの高さ方向分布を図-4に示す。この結果から以下のようなことがわかる。①波形鋼板ウエブに軸方向ひずみはほとんど発生していない。②桁高の1/2程度離れたB-B断面では梁理論による結果とよく一致し、ほぼ平面保持の法則が成り立っている。③固定端付近で特に顕著に付加曲げ応力が局部的に発生している。しかし固定側支点部に、実橋にある横桁を設けたモデルにすると図-4(d)に示すように大きく低減されることとなった。付加曲げによるひずみは梁理論による曲げひずみの20～30%程度生じている。なお、この付加曲げ応力を求める山崎らの式⁴⁾を、同図中(図-4(a)A-A断面の付加曲げひずみの図中の点線)にプロットすると、本解析結果とよく一致する結果となった。

5. まとめ

本研究では波形鋼板ウエブ橋において、床版コンクリートと波形鋼板ウエブのせん断力の分担率を求めることができた。せん断力は波形鋼板ウエブですべて受け持つという従来の設計法は安全側であり、適切なものであるといえる。また中間支点部では、床版に局部的に大きな引張応力が生じ得るが、横桁の配置によって十分低減されることがわかった。

参考文献

- 1) 加藤, 谷口, 依田, 佐藤: 本谷橋(波形鋼板ウエブPC箱桁橋)の模型実験, 第7回PCシンポジウム論文集, 1997. 10
- 2) 花田, 加藤, 高橋, 山崎: 波形鋼板ウエブPC箱桁「松の木7号橋」の模型実験, 第5回PCシンポジウム論文集, 1995. 10
- 3) Jacques Combault(大浦隆訳): シャロール近くのモプレ高架橋, プレストレストコンクリート, Vol. 34, No. 1, PC技術協会, pp63-71, 1991
- 4) 山崎, 内田, 御子柴: 波形鋼板ウエブのせん断変形を考慮したコンクリートスラブの設計法の提案, 第8回PCシンポジウム論文集, 1998. 10

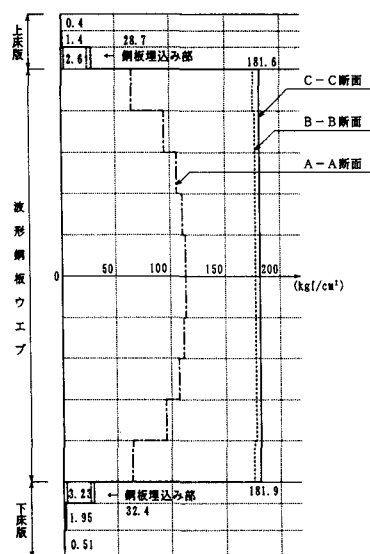


図-2 せん断応力度分布

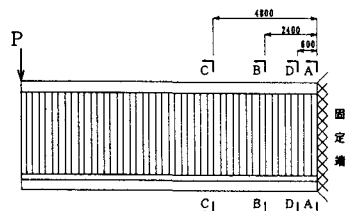


図-3 検討断面位置

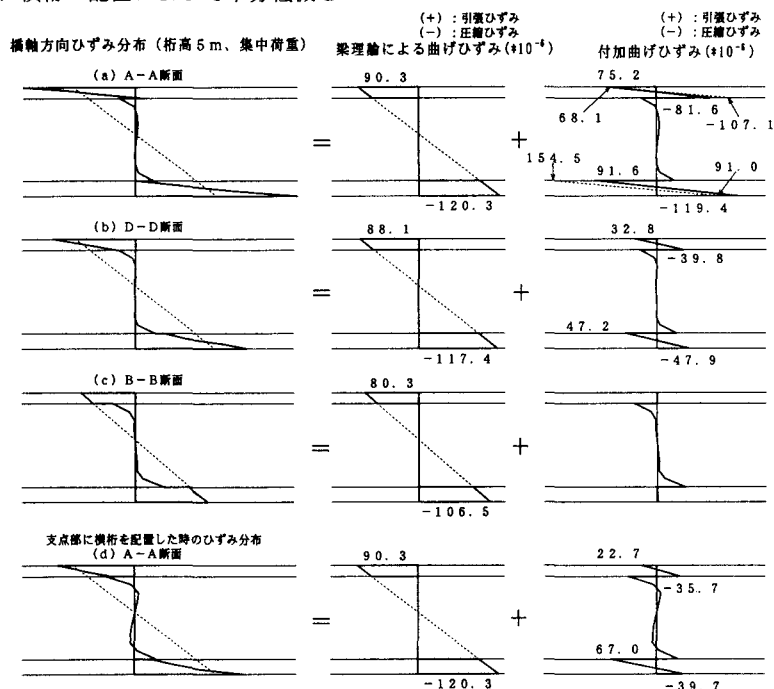


図-4 橋軸方向ひずみ分布