

(3) 本谷橋(波形鋼板ウェブPC箱桁橋)の実橋載荷実験

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 本社 正会員 桜田道博
 (株)ピー・エス 名古屋支店 正会員 日高重徳

1. はじめに

本谷橋は、東海北陸自動車道のほぼ中間に位置する波形鋼板ウェブを有する複合 PC 箱桁橋(以後、波形鋼板ウェブ PC 箱桁橋と呼ぶ)である(図-1)。本橋では、波形鋼板ウェブ PC 構造とともに、コンクリート床版と鋼板ウェブとの接合部、および鋼板ウェブ同士の接合部にも新しい構造形式を採用している。実橋の施工に先立ち、これらの性状を確認するため模型実験を行ったが¹⁾、本橋は波形鋼板ウェブ PC 箱桁橋として世界初のラーメン構造であること、および国内で初めて張出し架設されることを考え、実橋においてもその性状を確認することとした。そこで、①面内荷重に対する性状の確認、②ねじり荷重に対する性状の検討、および③ウェブの剛性低下が床版に与える影響の検討、を目的として、橋体完成後に実橋載荷実験を行った。ここではその結果について報告する。

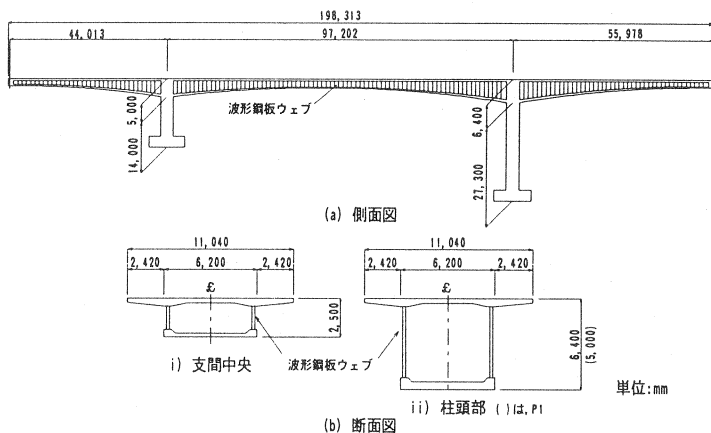


図-1 本谷橋一般図

2. 実験概要

完成系の波形鋼板ウェブ構造の性状を検討するため、ケース 1～ケース 3 の載荷ケースを設定し、実橋載荷実験を行った。各載荷ケースの目的、検討項目および検討断面を表-1 に示す。ここで、A-A 断面は中央径間閉合部の中央部、B-B 断面はせん断検討断面、C-C 断面はラーメン隅角部、D-D 断面は中間隔壁の影響を受けないよう設定した断面である。

表-1 各載荷ケースの目的、検討項目、および検討断面

	目的	検討項目	検討断面
ケース 1	面内荷重に対する性状の確認	①せん断変形	桁のたわみ
		②平面保持	軸方向ひずみの鉛直分布
		③せん断挙動	せん断応力度の鉛直分布
ケース 2	ねじり荷重に対する性状の検討	たわみの横方向分布 せん断応力度の鉛直分布	A-A
ケース 3	床版性状の検討	床版表面のひずみ	A-A, D-D

(1) 計測方法

各検討断面の位置、および計測位置を図-2 に示す。桁のたわみ、コンクリートのひずみ、および鋼板のせん断応力度はそれぞれ、レベル、1 軸ゲージ、および 3 軸ゲージにより計測した。

(2) 載荷方法

各ケースの載荷位置を図-3～図-8 に示す。載荷には、総重量を 25t に調整したダンプトラックを使用した。ケース 1 は、A-A 断面付近にトラックを 6 台載荷したもの、ケース 2 は、ねじり荷重がかかるようトラック 6 台を張出し床版に載荷したもの、ケース 3 は、A-A 断面、D-D 断面の張出し床版、および床版支

間部にそれぞれ、トラック1台、およびトラック2台を載荷したものである。

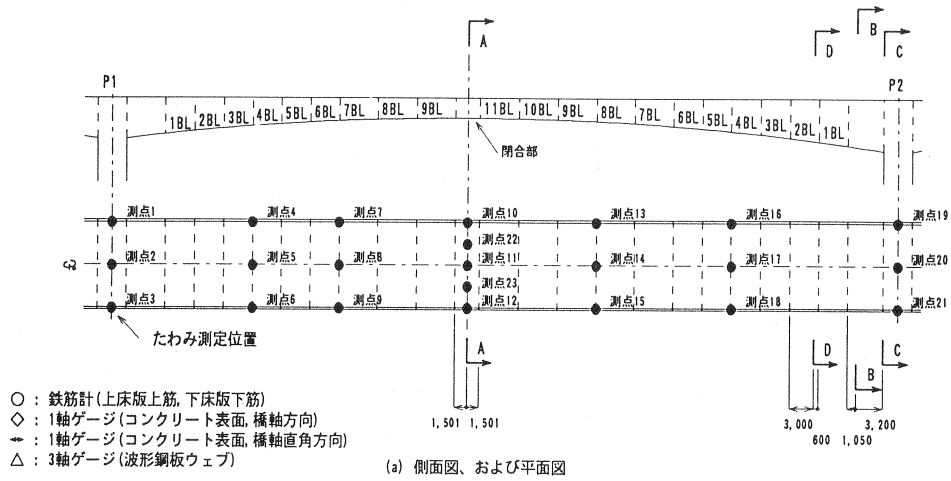


図-2 検討断面位置、および計測位置

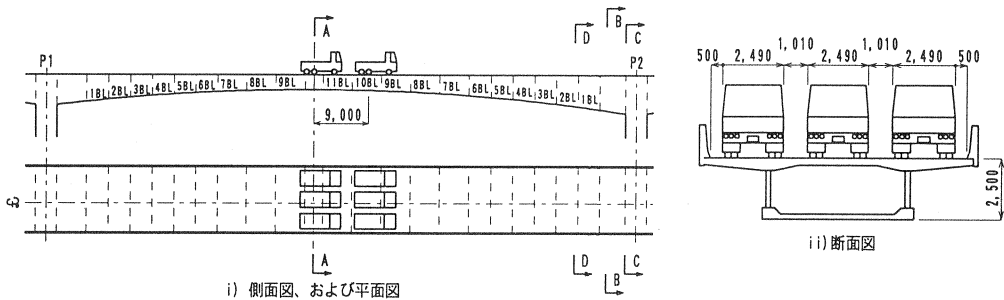


図-3 載荷位置(ケース1)

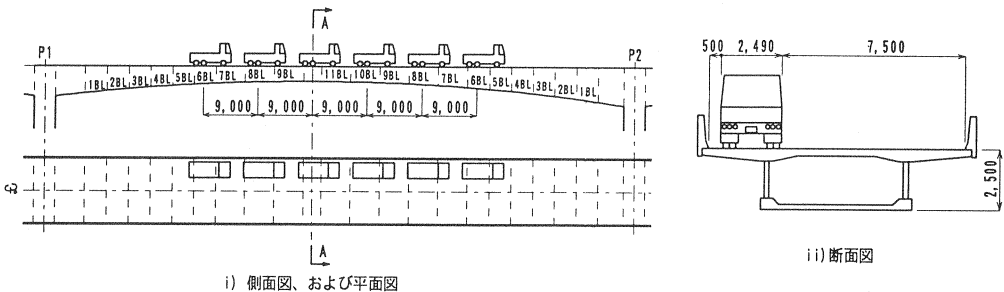


図-4 載荷位置(ケース2)

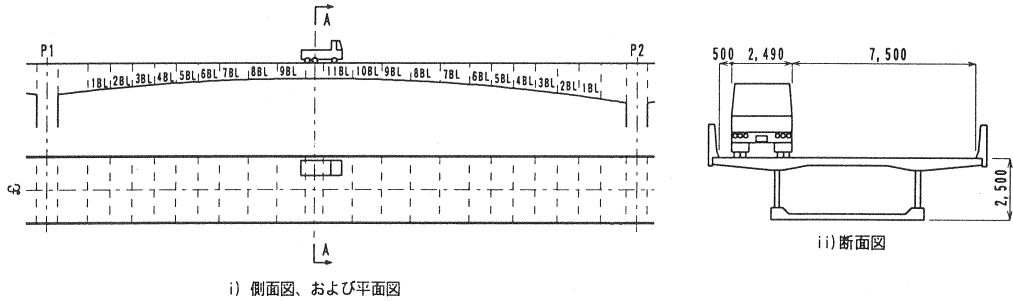


図-5 載荷位置(ケース 3-1)

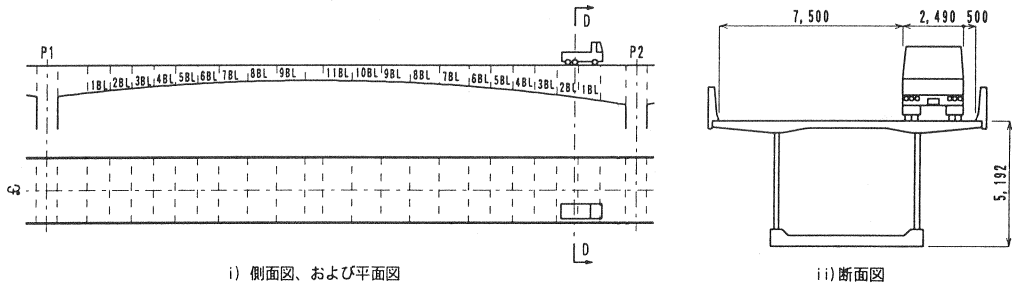


図-6 載荷位置(ケース 3-2)

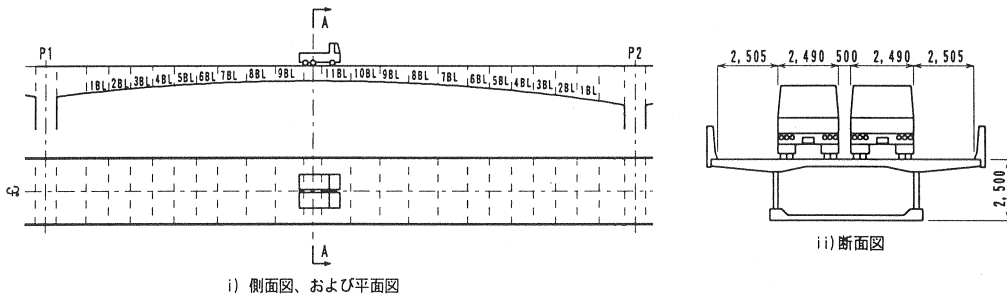


図-7 載荷位置(ケース 3-3)

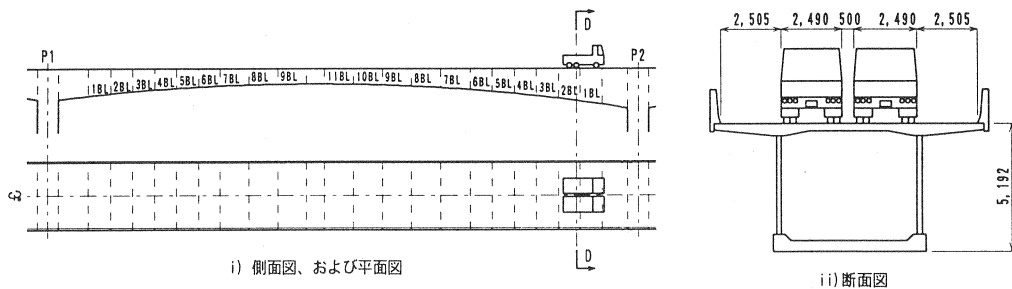


図-8 載荷位置(ケース 3-4)

3. 実験結果

3.1 面内荷重に対する性状の確認(ケース 1)

(1) たわみ

中央径間のたわみを図-9 に示す。計算値には壁高欄の剛性を考慮している。施工前に行った模型実験では、たわみはせん断変形を考慮した計算値とほぼ一致したが、実橋では、せん断変形を考慮しない計算値とほぼ一致している。この原因として、桁高変化により作用せん断力が減少したこと、支点部付近の下床版の

増厚により鋼板ウェブに作用するせん断力が小さくなったこと、等が考えられる。

(2) 軸方向ひずみの鉛直分布

A-A 断面、および B-B 断面における軸方向ひずみの鉛直分布を図-10 に示す。計算値には、壁高欄の剛性を考慮している。実測値は正值が引張ひずみで、負値が圧縮ひずみである。桁上縁、および下縁のひずみは、ほぼ計算値と一致しており、実橋においても平面保持の仮定は成立しているといえる。また、波形鋼板ウェブには、接合部付近を除いて、軸方向ひずみがほとんど発生しておらず、曲げ・軸力の照査でウェブ断面を考慮しない設計方法は妥当といえる。

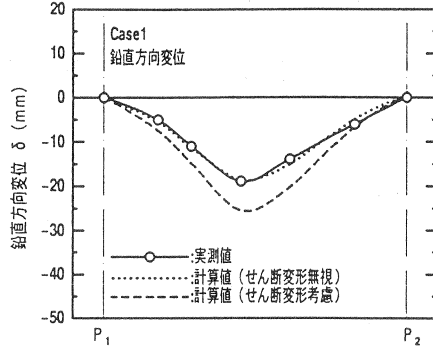


図-9 中央径間のたわみ

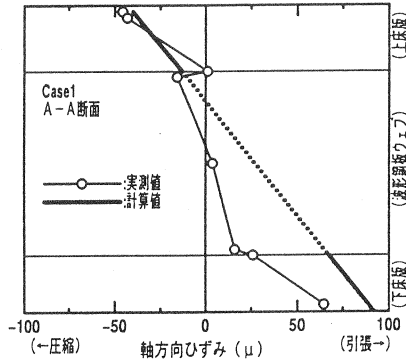


図-10(a) 軸方向ひずみの鉛直分布(A-A断面)

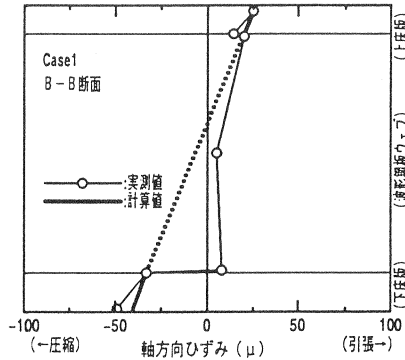


図-10(b) 軸方向ひずみの鉛直分布(B-B断面)

(3) せん断応力度の鉛直分布

A-A 断面、および D-D 断面におけるせん断応力度の鉛直分布を図-11 に示す。計算値は、作用せん断力を鋼板の断面積で除した平均せん断応力度であり、桁高変化によるせん断力の減少も考慮している。せん断応力度の実測値は、A-A 断面、D-D 断面ともに計算値より小さく、コンクリートの断面積が大きい D-D 断面のほうが計算値との差が大きい。これは、模型実験の結果¹⁾と同様、コンクリート床版がせん断力を負担するためと考えられる。せん断応力度は、鉛直方向にほぼ均等に分布しており、せん断に対する照査を波形鋼板のみの断面で平均せん断応力度により行うことは安全側ではあるが、妥当といえる。ただし、桁高変化がある場合は、桁高変化によるせん断力の補正を行わなければならないと思われる。

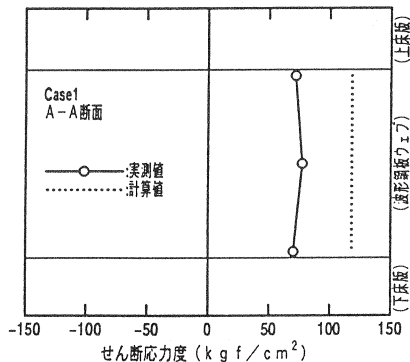


図-11(a) せん断応力度の鉛直分布(A-A断面)

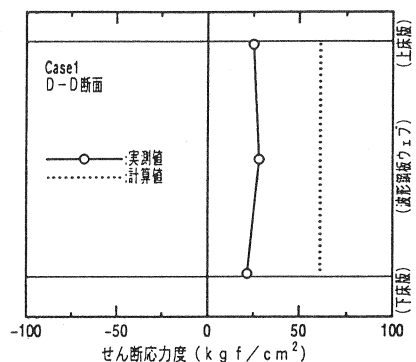


図-11(b) せん断応力度の鉛直分布(D-D断面)

3.2 ねじり荷重に対する性状の検討(ケース2)

(1) たわみの横方向分布

A-A断面におけるたわみの横方向分布を図-12に示す。たわみの実測値は、ケース1と同様に、せん断変形を考慮しない計算値とほぼ一致している。たわみは、ほぼ均等に分布しており、ねじり荷重による特異な挙動はないといえる。

(2) せん断応力度の鉛直分布

A-A断面における波形鋼板ウェブのせん断応力度の鉛直分布を図-13に示す。計算値は、ねじりモーメントによるせん断応力度と、せん断力による平均せん断応力度との和であり、道路橋示方書に準じて求めたものである。せん断応力度は、鉛直方向に均等に分布しており、ほぼ計算値と一致している。面内荷重だけでなく、ねじりの照査においても、従来のPC箱桁の設計方法が適用できるといえる。

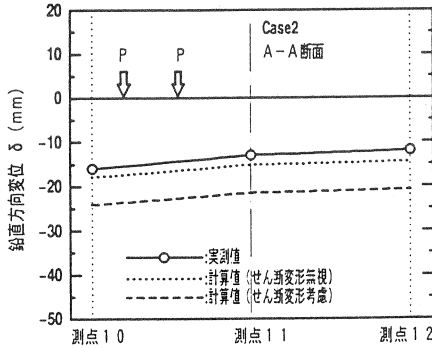


図-12 たわみの横方向分布(A-A断面)

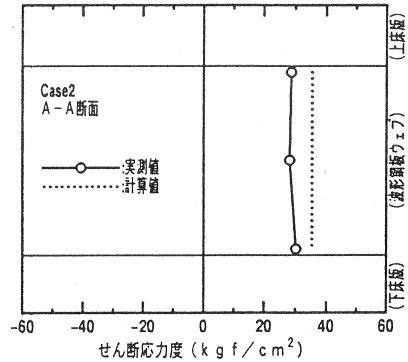


図-13 せん断応力度の鉛直分布

3.3 床版性状の検討(ケース3)

各荷重ケースにおける上床版上面の直角方向ひずみの横断方向分布を図-14～図17に示す。FEM解析では、床版とウェブとの接合部を剛結とし、輪荷重は集中荷重として载荷している。直角方向ひずみは、ウェブを波形鋼板としたFEM解析値とよく一致しており、今回のFEM解析が妥当であり、実橋の床版にも特異な挙動はないといえる。ウェブをコンクリートとして解析した結果と比較すると、ウェブの剛性低下により床版支間部のひずみが若干大きくなっている。本谷橋の床版設計において、床版支間部の設計曲げモーメントを割り増したことは妥当であるといえるが、割り増しの方法等、今後さらに検討する必要があると思われる。

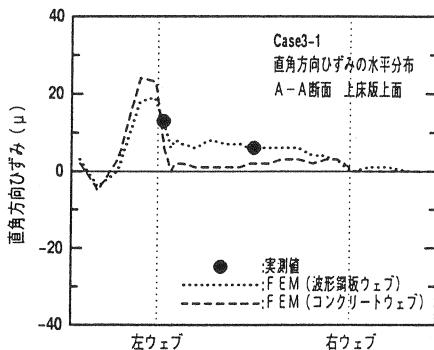


図-14 直角方向ひずみ分布(ケース3-1,A-A断面)

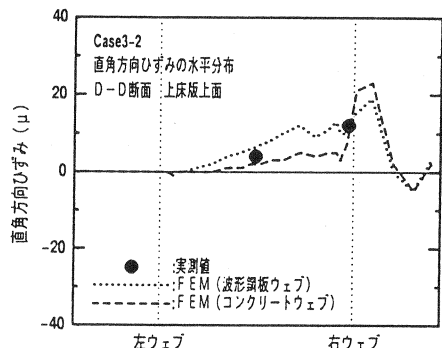


図-15 直角方向ひずみ分布(ケース3-2,D-D断面)

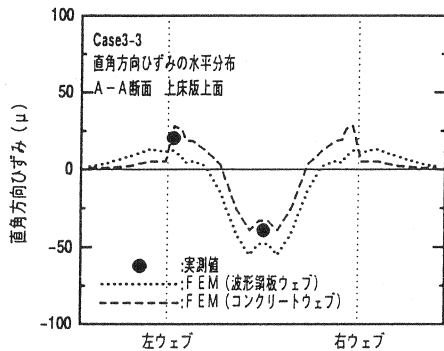


図-16 直角方向ひずみ分布(ケース 3-3,A-A 断面)

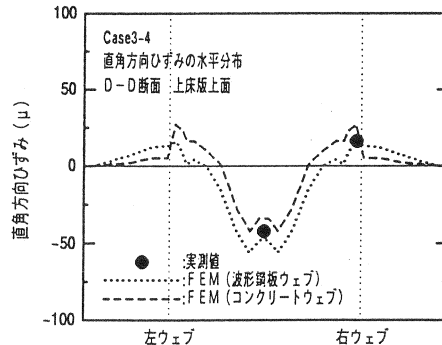


図-17 直角方向ひずみ分布(ケース 3-4,D-D 断面)

4. まとめ

(1) 面内荷重に対する性状の確認 [ケース 1]

- ① たわみはせん断変形を考慮しない計算値とほぼ一致した。この原因として、桁高変化により作用せん断力が減少すること、支点部付近の下床版の増厚により鋼板ウェブに作用するせん断力が小さくなること、等が考えられる。
- ② 桁上縁、および下縁の軸方向ひずみは、計算値とほぼ一致しており、平面保持の仮定は実橋においても成立した。曲げ・軸力に対する照査をコンクリート床版のみの断面で、平面保持の仮定に従って行うことは妥当といえる。
- ③ 波形鋼板ウェブのせん断応力度は、鉛直方向に均等に分布しており、平均せん断応力度による照査は妥当といえる。ただし、桁高変化がある場合は、桁高変化によるせん断力の低減を考慮したほうがよいと思われる。

(2) ねじり荷重に対する性状の検討 [ケース 2]

- ① たわみの横方向分布は、ほぼ均等であり、ねじり荷重による特異な挙動はないといえる。
- ② ねじり荷重によるせん断応力度は、道路橋示方書に従って求めた計算値とよく一致した。面内荷重だけでなく、ねじりの照査においても、従来の PC 箱桁の設計方法が適用できるといえる。

(3) 床版性状の検討 [ケース 3]

- ① 床版の直角方向のひずみは、FEM解析結果とはほぼ一致した。今回の FEM 解析が妥当であり、本谷橋の床版にも特異な挙動はないといえる。
- ② ウェブをコンクリートとした解析値結果と比較すると、波形鋼板ウェブ箱桁の床版支間のひずみは若干大きくなった。本谷橋の設計において設計曲げモーメントを割り増したことは妥当といえるが、割り増しの方法等、今後さらに検討が必要と思われる。

謝辞

本橋の設計、施工、および実橋載荷実験にあたり、ご指導、およびご検討いただいた「東海北陸自動車道 山岳部のコンクリート橋の新技术・新工法に関する検討委員会」(委員長:池田尚治横浜国立大学教授)の委員、ならびに幹事のみなさまに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 加藤,谷口,依田,佐藤:本谷橋(波形鋼板ウェブ PC 箱桁橋)の模型実験,第7回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集,プレストレストコンクリート技術協会 1997.10