

桁高変化を有する波形ウェブ橋梁の曲げせん断実験

広島大学大学院 学 ○吉田 直人 広島大学大学院 学 中嶋 洋介
オリエンタル建設（株） 正 浦川 洋介 広島大学 学 田中 麻里
広島大学大学院 正 藤井 堅 福山大学 正 中村 雅樹

1.はじめに

これまで波形ウェブ橋の研究は数多く行なわれてきたが、そのほとんどが等断面桁を持つ桁が対象である。一方、実橋梁では中間橋脚付近で桁高変化を持つ構造形式が採用されている場合が多く、したがって桁高変化の影響は十分把握されていない。桁高変化を有する場合、傾斜している床版の軸力の鉛直方向成分がせん断力として抵抗するため、波形ウェブの受け持つせん断力は小さくなり、従来よりも波形ウェブの板厚を薄くするなどの、設計・施工の合理化が図れるようになると考えられる。

そこで本研究では、実橋梁に見られるような橋軸方向に桁高変化を持つ波形ウェブ桁の曲げせん断実験を行ない、桁高変化の影響と終局挙動を調べる。

2.実験概要

実験供試体は、実橋の中間橋脚をモデルに桁高変化の異なる2体のI型変断面波形鋼板ウェブPC桁を製作した。図.1に供試体の一般図を示す。Case.1の桁高傾斜角は17.7°、Case.2の桁高傾斜角は4.6°である。表.1に上下床版、波形ウェブの材料特性を示す。また表.2に波形ウェブ形状の諸元を示す。本実験は2点単純支持で、支間中央に集中荷重を与えた。載荷には、福山大学ハイテクリサーチセンターの門型フレーム載荷装置を使用した。

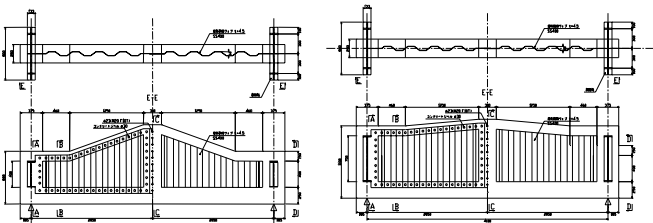


図.1 供試体一般図（左：Case.1 右：Case.2）

表.1 上下床版の材料特性

	弾性係数 (Mpa)	ポアソン比	圧縮強度 (Mpa)	引張強度 (Mpa)
上床版	34500	0.22	63.6	3.13
波形鋼板ウェブ	193500	0.27	235	334.3
下床版	33200	0.22	66.7	4.03

表.2 波形鋼板ウェブ諸元

材質	SS400	
パネル幅	a	(mm) 109
水平長	b	91
波高さ	d	60
斜長さ	c	109
波板実長	s	436
波板水平長	q	400
板厚	t	4.5
鋼板高さ	h	400 - 800
形状係数	η	η = q / s 0.917

3.崩壊性状

本実験では、Case.1、Case.2ともに波形ウェブのせん断座屈により崩壊した。図.2は荷重 - 変位曲線、図.3はせん断座屈の様子である。Case.1の最高荷重は1421kNで、その時の中央のたわみは18.3mm、Case.2の最高荷重は1501kNで、中央のたわみは24.1mmである。

Case.1では、900kNで等断面区間の波形ウェブがせん断降伏し、その後、1421kNで等断面区間の波形ウェブがせん断座屈した。Case.2では、1200kNで桁高変化区間の波形ウェブがせん断降伏し、その後、1501kNで桁高変化区間の波形ウェブがせん断座屈した。また、Case.1、Case.2ともに波形ウェブのせん断降伏に伴い、桁の剛性が大きく低下した。さらに、波形ウェブとコンクリート床版との接合部の相対ずれを測定したところ、最大荷重時でもずれ量は1mm未満であったため、波形ウェブとコンクリート床版は完全合成としてよいことが確認された。

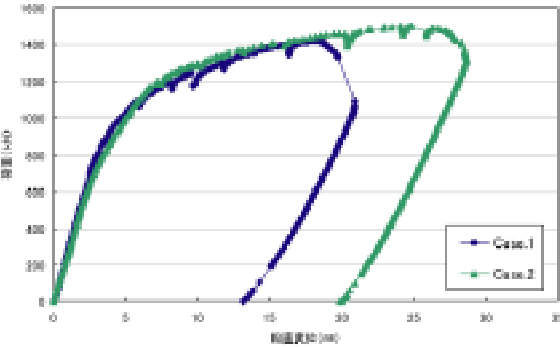


図.2 荷重 - 変位曲線

キーワード 波形ウェブ、桁高変化、曲げせん断実験、せん断分担率
連絡先 〒739 - 8527 東広島市鏡山 1 - 4 - 1 Phone & Fax 0824 - 24 - 7790

4. 軸ひずみ分布

図.4, 図.5 は桁高変化区間の断面の軸ひずみ分布である．図には荷重 300 kN, 500 kN, 1000 kN の時の軸ひずみ分布を示している．波形ウェブの軸ひずみ分布に着目すると，荷重が増加しても波形ウェブには軸ひずみは生じていないことがわかる．これはアコーディオン効果により波形ウェブの軸方向の剛性が極めて小さいからである．したがって，波形ウェブの軸方向の剛性は無視してよい．また上床版の軸ひずみ分布に着目してみると，大きな圧縮ひずみが生じているのがわかる．これは傾斜している上床版の軸力の鉛直方向成分がせん断力に抵抗したことに起因して，桁高変化区間の上床版に大きな圧縮力が作用するからである．



図.3 せん断座屈 (左: Case.1 右: Case.2)

5. せん断分担率

図.6, 図.7 は橋軸方向の波形ウェブのせん断分担率である．ここで波形ウェブのせん断分担率とは，波形ウェブが負担するせん断力を断面に作用する全せん断力で除した値を百分率表示したものと定義している．

図.6, 図.7 から，Case.1 の桁高変化区間のせん断分担率は 30～50％程度であるのに対して，Case.2 では 60～80％程度であることがわかる．これは桁高変化の影響により，桁高変化の大きい Case.1 の方が波形ウェブの受け持つせん断力が小さくなるためである．このため，Case.1 のせん断分担率は，等断面区間と桁高変化区間を比較すると，桁高変化区間のせん断分担率の方が，等断面区間より小さくなっている．一方，Case.2 のせん断分担率に着目すると，橋軸方向にほぼ一様に分布しており，あまり桁高変化の影響は見られない．

また荷重 700 kN の時，Case.1, Case.2 とともに載荷点側の断面のせん断分担率が 5％程度大きくなっている．これは下床版に曲げひび割れが生じたことで，下床版のせん断剛性が低下し，その分波形ウェブがせん断力をより負担するようになったからである．

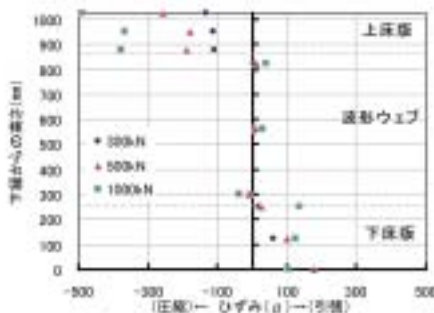


図.4 ひずみ分布 (Case.1)

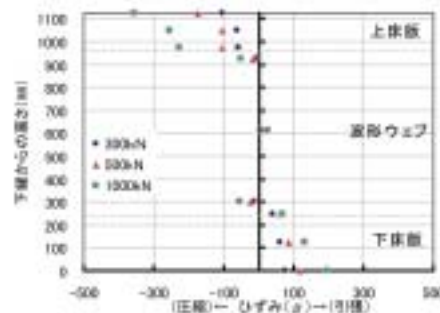


図.5 ひずみ分布 (Case.2)

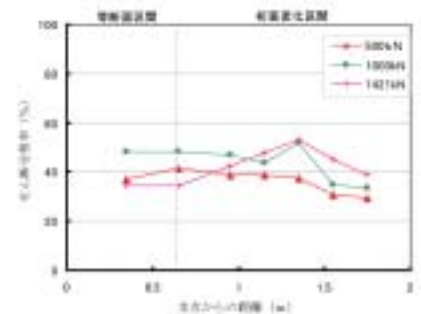


図.6 せん断分担率 (Case.1)

6. あとがき

本研究では，桁高変化を有する波形ウェブ桁の曲げせん断実験を行ない，桁高変化の影響を実験的に明らかにした．桁高変化を持つ場合，傾斜している床版の軸力の鉛直成分がせん断力に抵抗するため，波形ウェブのせん断分担率が減少することがわかった．また，桁高変化を持つ場合にも波形ウェブが軸方向力に抵抗しないこと，波形ウェブとコンクリート床版の接合部は完全合成と見なせることが確認できた．最後に，本実験を行なうにあたり，オリエンタル建設（株），福山大学の皆様方には多大なご協力を賜りました．記して心より感謝いたします．

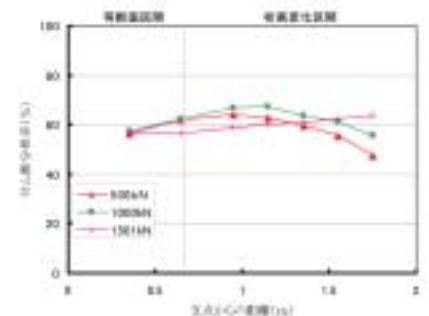


図.7 せん断分担率 (Case.2)

参考文献 (1) 高速道路技術センター：波形鋼板ウェブ橋 設計・施工マニュアル（案）(2) 浦川洋介，正司明夫，藤井堅，吉田直人：桁高変化を考慮した波形鋼板ウェブ PC 部材のせん断分担率に関する検討，第 12 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，2003.10