

波形鋼板ウェブの曲げ載荷実験における鋼ウェブの応力およびひずみ性状に関する一考察

日本道路公団

正会員 池田 博之 日本道路公団

正会員 忽那 幸浩

日本道路公団

正会員 山田 菊雄 鹿島建設（株）

正会員 日紫喜 剛啓

NKK

正会員○岡田 淳 NKK

正会員 栗原 康行

1. まえがき

コンクリート箱桁橋の合理化・低コスト化の要求からウェブ部に波形鋼板を用いた波形鋼板ウェブ橋が実績を伸ばしつつある。これまでの研究によって、波形鋼板ウェブ橋のせん断挙動については、弾塑性有限変位解析によって波形鋼板ウェブのせん断耐荷力を精度よく算定できることが明らかになっている¹⁾。一方、長スパンの波形鋼板ウェブ橋においては、曲げモーメントが大きく作用した場合の挙動の確認が必要となり、これに対する実験および解析的検討が行われつつある²⁾。波形鋼板ウェブ橋に曲げが作用する場合、全体的な挙動としては、アコーディオン効果によって波形鋼板ウェブは抵抗せず、上下のコンクリート床版がこれを受け持つと考えられている。

そこで本検討では、コンクリート床版付波形鋼板ウェブの曲げ載荷実験から得られた結果をもとに、曲げが作用する場合の波形鋼板ウェブにおける応力およびひずみ性状の確認、コンクリート床版にひび割れが生じた後の鋼フランジ近傍の波形鋼板ウェブの応力の変化についての考察を行ったのでその概要について報告する。

2. 実験概要

実験に用いたコンクリート床版付波形鋼板ウェブ供試体の概要を図1に示す。波形鋼板ウェブは、波高 30 mm と 60 mm の 2 種類をパラメータとし、長さ 12200 mm、厚さ 3.2 mm、高さ 1200 mm で上下に板厚 16 mm の鋼フランジを付設してアングルジベルによりコンクリート床版と一体化させた。床版は、長さ 12200 mm、厚さ 250 mm、幅 800 mm で、コンクリートの設計基準強度 40 N/mm²、上床版に 152 kN、下床版に 583 kN のプレストレスを与えた。載荷方法は、支点条件を単純支持とし、載荷点間隔 5000 mm の 4 点曲げで行った。これにより載荷点間（5000 mm：桁高の約 3 倍）は等曲げ区間となり、載荷点～支点間（3400 mm：桁高の 2 倍）はせん断卓越区間となる。載荷試験機はアムスラー型「1000tf 試験機」（NKK保有）を用いた。

3. 実験結果および考察

図2に載荷荷重－鉛直変位の関係を示す。波高 30 mm と 60 mm の P－ δ 挙動は、初期勾配および、ひび割れ発生後、ウェブのせん断座屈に至るまでほぼ一致しており、①曲げ挙動は波高の違いに対して大きく変化しない、②耐力の差はせん断卓越区間の座屈耐力に依存している、ことが分かる。図3は、波高 30 mm を代表例として、ひび割れ発生前（載荷荷重 490 kN）、ひび割れ発生後（載荷荷重 981 kN）における、等曲げ区間（図1，F断面）の橋軸方向（長手方向）のひずみ分布を示したものである。図には実験結果と FEM弾塑性解析結果（コンクリート床版のひび割れを考慮）をプロットしている。全体的な傾向として波形鋼板ウェブの曲げによるひずみは小さいことが分かる。その一方で、上下の鋼フランジ近傍ではひずみが増加しているのを確認できる。特にひび割れ発生後である 981 kN 時の下端（図3丸印）では 228 μ のひずみが生じている。これは、下床版にひび割れが発生することにより、下床版が分担していた曲げ応力の一部が鋼フランジに配分され、フランジ近傍の波形鋼板ウェブがその影響を受けたためと考えられる。次に、図4は、B断面下端およびF断面下端（図1参照）におけるひび割れ発生前（490 kN）、ひび割れ発生後（981 kN）、座屈直前（1399 kN または 1460 kN）の載荷荷重－Mises 応力の関係を示したものである。ここで Mises 応力は、波形鋼板ウェブに貼付した 3 軸ひずみゲージから最大・最小主応力を算出し、この値を Von Mises の降伏条件に適用する

キーワード 波形鋼板ウェブ橋、曲げ載荷実験、応力、ひずみ

〒210-0855 川崎市川崎区南渡田町1-1 NKK京浜ビル TEL.(044)322-6337 FAX.(044)322-6519

ことにより得られたものである。せん断卓越区間B断面下端では、ひび割れ発生後と座屈直前の間で応力が急増して勾配が大きく変化するのに対して、等曲げ区間F断面下端では、ひび割れ発生後に、わずかに勾配が変化するものの、その後、座屈直前の载荷荷重まで大きな変化は見られず、急激な応力変動を生じていないことが分かる。また、F断面下端の Mises 応力は、座屈直前の载荷荷重時に、波高 30mm の場合 92 N/mm^2 、波高 60mm の場合 67 N/mm^2 であり、材料試験結果から得られた降伏応力 296 N/mm^2 と比較して小さい値となっている。

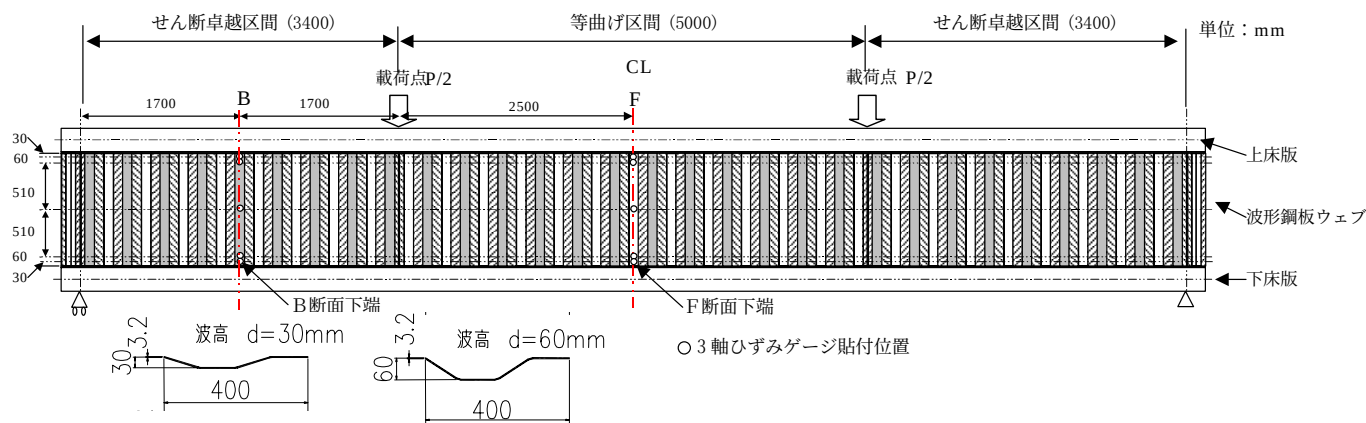


図1 実験供試体概要

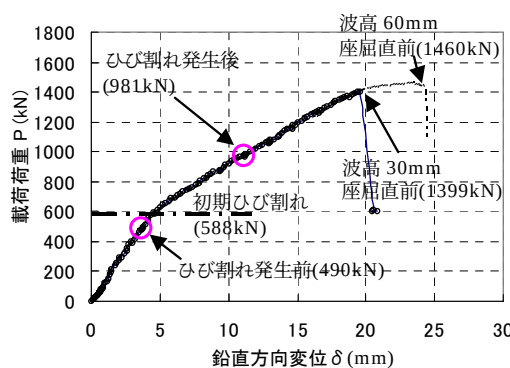


図2 载荷荷重－鉛直変位

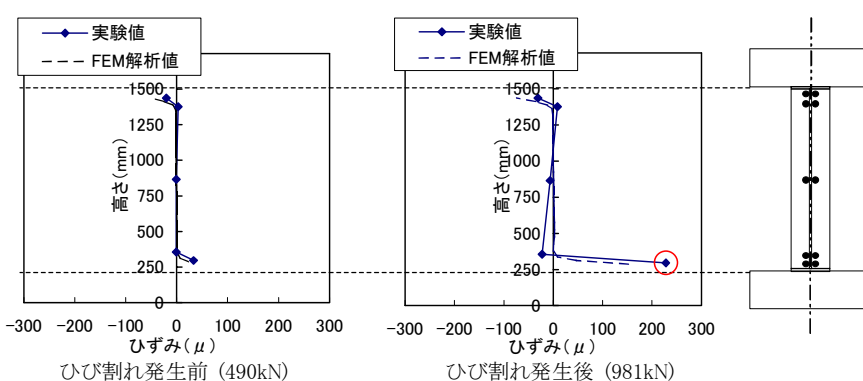


図3 橋軸方向ひずみ分布

4. あとがき

コンクリート床版付波形鋼板ウェブの曲げ载荷実験の結果について述べた。今後は、この実験結果とFEM解析とを対比させながら、载荷スパンや断面形状などが変化した場合の挙動についてさらに明確にしていきたいと考えている。

なお、本検討は、(財)高速道路技術センターの「波形鋼板ウェブを有する鋼コンクリート複合構造橋梁の長支間化に伴う技術検討(委員長:渡辺英一京都大学教授)」の指導のもとに行われたものである。実験の実施にあたり、ご指導、ご協力頂いた関係各位に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 角谷, 青木, 富本, 狩野: 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, N01, 2001. 1
- 2) 池田, 芦塚, 一宮, 山本, 狩野: 波形鋼板ウェブ PC 橋の軸力と曲げモーメントに対する設計に関する検討, 土木学会第 57 回年次学術講演会 投稿予定

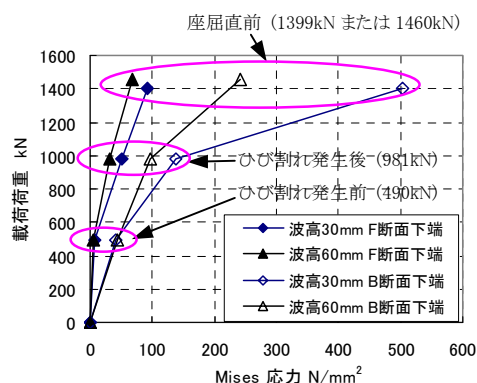


図4 载荷荷重－Mises 応力