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

日本道路公団 正会員 池田 博之, 芦塚 憲一郎 鹿島建設(株) 正会員 一宮 利通,正会員 山本 徹 日本構研情報(株) 正会員 狩野 正人

1.はじめに

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は,ウェブを無視したコンクリート上下床版のみを 有効断面とし,平面保持が成立するものとして設計している¹⁾。これは,載荷試験から得られたひずみ分布が,平 面保持を仮定して算定したひずみ分布に近いものであったことから,平面保持を仮定してもよいとしたものである。 しかし,これまでの実験は十分な長さの等曲げ区間を持つ試験体を用いてないため,せん断力や荷重載荷点におけ る集中荷重の影響を受けていると考えられる。そこで,本検討では,桁高の約3倍の等曲げ区間を有する試験体を 用いてコンクリート上下床版のひずみ分布を実測し,平面保持の仮定の妥当性を検証することとした。

2.実験および解析の概要

試験体の形状寸法を図 - 1 に示す。波高は 30mm と 60mm の 2 種類とし,弾性座屈しない形状とした。コンク リート床版は厚さ 250mm,幅 800mm とし,アングルジベルにより波形鋼板ウェブと一体化させた。コンクリー ト床版を含めた全桁高は 1.7m,等曲げ区間長は全桁高の約 3 倍の 5m,せん断スパンは全桁高の 2 倍の 3.4m とし た。載荷の初期段階でひび割れが生じないようにするために,23mmのPC鋼棒を上床版に 1本,下床版に 2 本 配置し,上床版に 152kN,下床版に 583kN のプレストレスを与えた。

載荷は,両端を単純支持した試験体に2点載荷とし,単調に荷重を増加させた。ひずみ分布の計測位置を図-1 に示す。等曲げ区間において試験体中央を含む2断面,せん断スパンの1断面において,コンクリート,鉄筋,波 形鋼板ウェブおよび鋼フランジのひずみを計測した。

複合非線形解析プログラム「J-F-C-P」²⁾を用いて 3 次元 FEM 解析を行い,実験のシミュレーションを試みた。 波形鋼板はシェル要素でモデル化し,応力ひずみ曲線は材料試験をもとにバイリニアとした。コンクリート床版は ソリッド要素でモデル化し,ひび割れの影響を考慮した。応力ひずみ曲線は,圧縮側はひずみ軟化を考慮した構成 則モデルとし,引張側はひび割れを考慮するためにバイリニアとした。解析モデルにおける引張強度はプレストレ ス導入時に局部応力でひび割れが生じないように,実強度の1/6 程度の0.5N/mm²とした。

3.実験結果および解析との比較

図-2に,荷重と鉛直変位の関係を示す。両試験体とも,約 600kN でひび割れが生じた。その後,波高 30mm の試験体では,せん断降伏とほぼ同時にせん断座屈が生じて荷重が急激に低下した。波高 60mm の試験体では,せ ん断降伏後荷重の増加が小さくなり,荷重が徐々に低下し始めた後,せん断座屈により荷重が急激に低下した。実 験結果と解析結果はほぼ一致しており,コンクリートのひび割れの影響を考慮した本解析により,ひび割れ後の剛



キーワード:波形鋼板ウェブ,曲げモーメント,軸力,平面保持,FEM 解析 連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 TEL 0424-89-7076 FAX 0424-89-7078 性およびせん断座屈荷重を十分な精度で評価できているといえる。

図 - 3に,波高 30mm について,ひび割れが生じる前の荷重 500kN におけるひずみ分布を示す。図には,3次 元 FEM 解析によるひずみ分布,並びに,コンクリート床版について平面保持を仮定して全断面有効として求めた ひずみ分布も示す。等曲げ区間におけるF断面では,平面保持を仮定して求めたひずみ分布と実験値がほぼ一致し ており,平面保持が明らかに成立しているといえる。等曲げ区間においても荷重作用点に近いD断面では,集中荷 重の影響を受けて平面保持は成立していない。せん断スパンにおけるB断面においては,平面保持を仮定して求め たひずみ分布とかなり近い値となっている。また,全ての断面において実験値と3次元FEMによる解析値はほぼ 一致しており,本解析により平面保持が成立するような場合だけでなく,集中力の影響がある場合についても精度 よくコンクリートのひずみを予測できることが確認された。波高 60mmの試験体についても,同様な結果であった。 今後は,集中荷重が作用する近傍の設計方法について検討する必要があると考えられる。



図 - 2 荷重 - 鉛直変位関係



図 - 3 荷重 500kN におけるひずみ分布(波高 30mm)

4.おわりに

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。また,実験の実施にあたり,NKK 基盤技術研究所の協力を得た。関係各位に感謝の意を表します。

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PC橋計画マニュアル(案),1998

2)角谷務,青木圭一,富本信,狩野正人: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, No.1, 2001