

複合箱桁の解析

Analysis of a Hybrid Box-Girder Bridge

能登 宥 愿* 増田 高 志**
Hiroyoshi NOTO Takashi MASUDA

Summary

The bridge structure of the type described here is fit for a medium-span hybrid box-girder bridge, and is designed to reduce construction costs, to secure safety in work operations, and to increase the durability of the bridge. The cross section of the bridge is made up of a deck and an upper flange of prestressed concrete slabs, and a web and lower flange of steel plates. Consideration of the use (or the effects of the creeping and shrinkage caused by drying) of prestressed concrete makes it reasonable to employ the web of a corrugated steel plate, which is to be either of a standard corrugation type or of a partial-corrugation type (the corrugated upper part of the plate with the flat lower part) chosen for its ability to be welded to the lower flange and for its fatigue-resistant characteristics. This paper presents an analysis of a bridge by comparing the dynamic characteristics possessed by these types of corrugated plates. The results of the analysis suggest that the partial-corrugation type plate is applicable to an actual structure, though not without somewhat lowering its load-bearing strength.

キーワード：複合構造、波形鋼板ウェブ

1. まえがき

本構造形式の橋梁は工費縮減と架設時の安全性、供用時の耐久性向上を目指した中規模支間に適した複合箱桁橋である。構造形式は材料の使用箇所を考慮して鋼とコンクリートを使い分け、材料の有する固有な特性およびプレストレス導入による付加機能を活かしている。即ち床版および上フランジをプレストレスコンクリート版（以後PC版と称す）で、ウェブ・下フランジを鋼板で構成している。ウェブはプレストレスの導入（導入後のクリープ・乾燥収縮の影響）を考慮して波形ウェブとする。波形の形状は標準タイプと部分波形タイプ（上側は波形、下側は直線で、これ以降半波形ウェブと称す）の2タイプとし、それらの力学特性について比較検討するものである。後者の構造形式は下フランジとの溶接施工性、耐疲労特性を考慮して選定した。

2. 構造解析

(1) 解析方針

構造モデルは波形ウェブを有する3径間連続箱桁（支間長：64.8+113.5+64.8m）を等価支間長96mの固定支持箱桁とし、対称条件で解析している。ウェブの波形形状、部分的補剛コンクリートの有無により次の3タイプに分類する。

但し、ウェブの形状寸法はウェブ高3.0m、ウェブ厚16mm、波のピッチ1.2m、波の高さ0.2mとする。1枚のウェブを4ピッチとすると、原板はウェブ長が上側5.332m、下側4.796m、サイズ0.107mの長方形に近い扇形になっている。下フランジの幅・最大厚さは各々5.0m・90mm（支間中央で70mm）、PC版の幅・厚さは各々11.5m・350mmである。

- ①標準波形ウェブ：波の形状がPC版（上側）と下フランジ間で一定の形状
- ②半波形ウェブ：波の形状がPC版側で標準波形、下フランジ側で一直線の形状（図-1）
- ③コンクリート補剛半波形ウェブ：半波形波形ウェブの下フランジ側をコンクリートで補剛

(2) 載荷荷重

荷重は全載荷重として死荷重、偏載荷重として活荷重（部分等分布荷重）とし、これらの荷重を漸増し設計荷重の2～4倍まで載荷する。

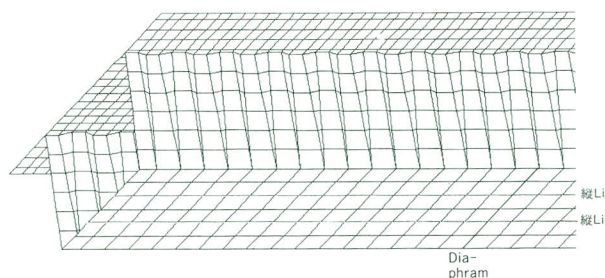


図-1 半波形ウェブの桁

* 技術本部先行技術研究室長

** 技術本部先行技術研究室

3. 解析結果

(1) 応力

1) 橋軸方向応力

下フランジの各タイプ最大応力および同一箇所（支点から約10mの位置）の応力の荷重変化に対する履歴を図-2に示す。各タイプとも支点から10mの位置では、死荷重の3倍くらいまでは線形変化で有意な差がない。しかし、最大応力も同様に死荷重の3倍位まで線形変化であるが、応力の生ずる位置（コンクリート補剛の場合のみ異なる位置）および応力値にそれぞれ差があり、半波形は標準波形の40%増の応力値を示す。

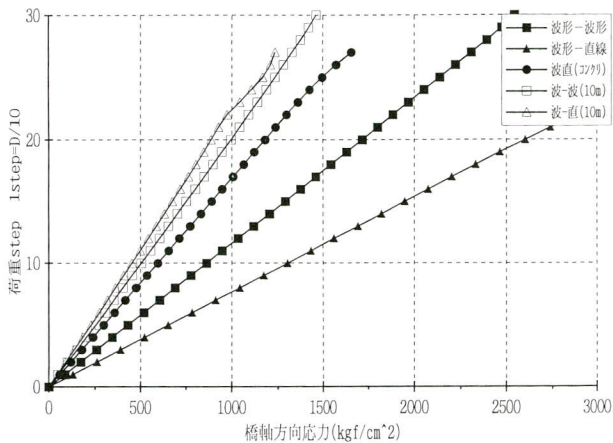


図-2 死荷重-橋軸方向応力履歴（下フランジ）

2) せん断応力

ウェブの最大せん断応力の履歴は標準波形で死荷重の3倍、半波形で2倍位までは線形変化であり、その後勾配が変化する（図-3参照）。

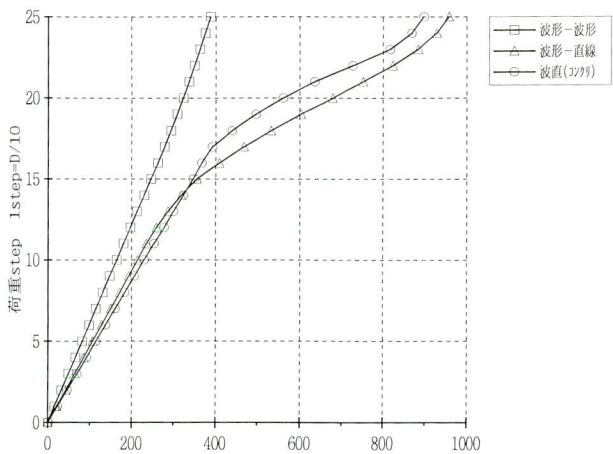


図-3 せん断応力 (kgf/cm²)

配が変化する（図-3参照）。

(2) 変位

1) 鉛直変位

支間中央の鉛直変位は標準波形で死荷重の3倍、半波形で2倍位までは線形変化で、2倍の時点で各々0.23m、0.28mであり差が生じていない（図-4参照）。

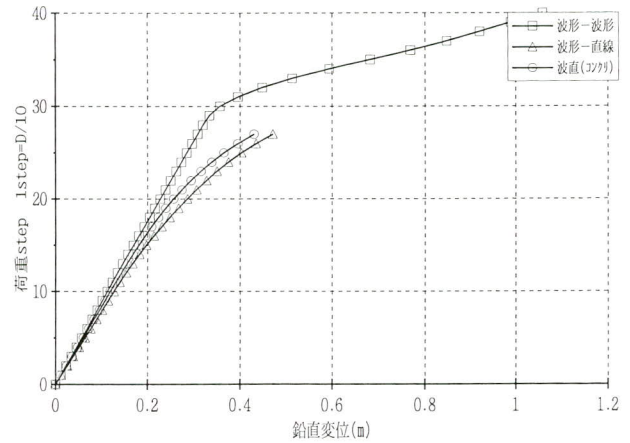


図-4 死荷重-鉛直変位の履歴

2) ウェブ面外変位

支点近傍のウェブの面外変位の履歴は、標準波形で死荷重の2.8倍、半波形で1.4倍位までは線形変化で、そのときの変位は各々2mm、7mm位でその後勾配が大きく変化する。ウェブ高さの1/150である20mmの面外変形が生ずる死荷重に対する倍率は標準波形で3.6倍、半波形で1.75~2倍である（図-5参照）。

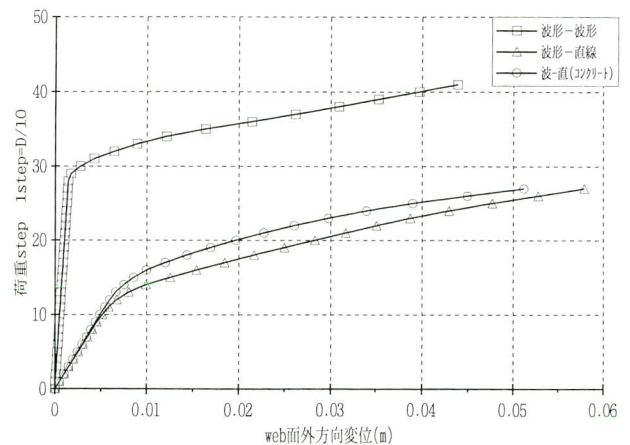


図-5 死荷重-ウェブの面外方向変位の履歴

3) ねじれ変形

支間中央のねじれ角は各タイプとも活荷重（偏載の部分荷重）の変化に対して線形であり、半波形は標準波形の2倍強のねじれ角である（図-6参照）。

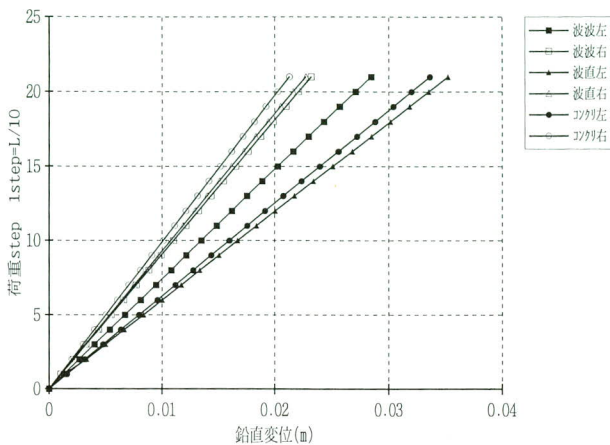


図-6 活荷重-主桁ねじれの履歴

5. 考察

半波形ウェブにすることにより、鋼下フランジとの交線が一直線になり、自動溶接が使用でき製作費の低減が可能となり、溶接部の疲労強度の問題もなくなる。またコンクリート下フランジと標準波形ウェブの接続部は、コンクリートの経年変化による中性化およびクラックと雨水の相乗作用によりコンクリートの耐久性を損なうこ

とも考えられるが半波形ウェブではこの問題がない。しかし、半波形ウェブは標準波形ウェブと比べて、ウェブの面外変形、せん断応力等が相対的に大きく、耐荷力が劣ると考えられる。しかし、半波形ウェブは中央径間の長さとは桁高との関係を最適化することにより実際への適用を可能にしていくことができると思われる。

6. まとめ

ウェブに標準波形を使用すると、下フランジとの隅肉溶接の施工性およびコストが高くなること、疲労強度が低下することが想定されることから下フランジ側が一直線となる半波形ウェブを考えた。この波形ウェブは各応力・変位とも標準波形よりも線形から非線形への変化点が低荷重で現れ、値自身も大きくなり力学的特性特に耐荷力は多少劣っていることが判る。しかし、支間と桁高の最適化が実施への対応を可能にするとと思われる。

<参考文献>

- 1) 増田高志, 能登宥愿: 複合箱桁の解析, 土木学会第53回年次学術講演会概要集I-A, 平成10年10月
- 2) 水口ら: 本谷橋の設計と施工-張り出し架設工法による波形鋼板ウェブPC箱桁橋-, 橋梁と基礎, 平成10年9月

1998.10.31 受付

グラビア写真説明

さいたま広域合同庁舎 高層棟II

首都機能の分散を目的として、国の機関移転の先導的役割及びシンボルとなるビルであり、「創造的で楽しい都市空間の形成」を目指して、歩車分離の動線計画、行政情報の受発信施設、災害応急対策の為の通信ネットワーク、ヘリポート、緑あふれる広場、快適でゆとりあるオフィス空間等が計画されています。床面積が広い為、1日当たり製作量が多かった事、厚肉のBOX構造であった事から、製作手応えのある工事でした。

平成10年10月上棟しましたが、さいたま新都心のシンボルにふさわしい、明るく、かつ重厚な中核施設になる予感がします。

(西原)