

波型鋼板ウェブの残留応力

広島大学大学院 学生会員 ○藤村 伸智
 広島大学 正会員 藤井 堅
 オリエンタル建設(株) 正会員 町 勉
 中電技術コンサルタント(株) 正会員 松岡 敬

1. 研究背景

近年、重量軽減、プレストレス導入の容易さなどのメリットから波型鋼板ウェブを用いた箱桁が採用されるようになってきた。しかし、波型鋼板ウェブ製作時の溶接および冷間加工による残留応力についてはあまり調べられていない。そこで本研究では応力開放法と磁歪法による波型鋼板ウェブの残留応力測定結果を報告する。

2. 測定方法

(1)磁歪応力測定法...鉄などの強磁性体に応力が発生すると透磁率が変化することが知られている。これを測定することによって、主応力差と主方向が求まる。磁歪法は測定機器が小型で、測定時間が短く、かつ測定時の表面処理を必要としないという利点がある。

(2)コンタクトゲージ法...直径 1.5mm のステンレス鋼球を 10cm 間隔で供試体に埋め込み標点とした。この標点間距離をフリッツステーガー押し当て式ひずみ計により測定した後に応力開放し、再度測定した。コンタクトゲージ法による応力開放は1方向の応力しか測定できないが、ひずみゲージによる応力開放法と違い通電の必要がないため場所的な制限を受けないという利点がある。

(3)ひずみゲージ法...溶接によるフランジ近傍の残留応力を測定するために波型による拘束効果を失わないよう Fig.1 に示す点線部分を切り出した後、3 軸ゲージ(2mm)を貼り付けて応力を開放した。

Fig.1 に示す供試体の A, B 断面における両表面の残留応力を測定した。波型の詳細を Fig.2 に示す。川田工業㈱で行われた疲労試験後の供試体を提供して頂き、発生応力の小さい箇所を選んで残留応力測定断面を決めた。プレストレスの影響を除去するため、測定に先立って上下フランジのコンクリート部を取り除いた(Photo.1 参照)。磁歪法により残留応力を測定した後に、熱影響が入らないよう十分な距離をあけてプラズマ切断し、帯鋸で短冊状に切断して応力開放した。

3. 結果と考察

Table 1 に B 断面フランジ近傍のひずみゲージ(Fig.1 参照)により測定した両表面の残留ひずみと応力を示す。Table 1 から両表面の橋軸直角方向残留応力には大きな差があり、残留曲げモーメントが発生していることがわかる。また、応力を開放



Photo.1 測定位置

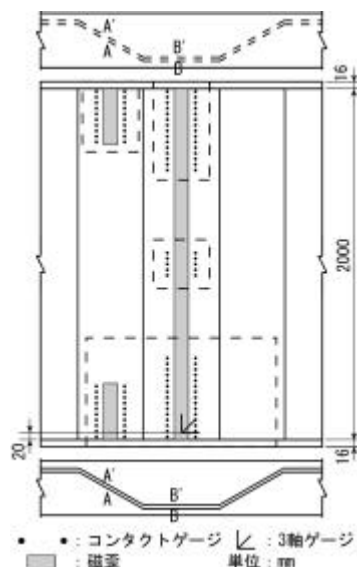


Fig.1 供試体測定断面

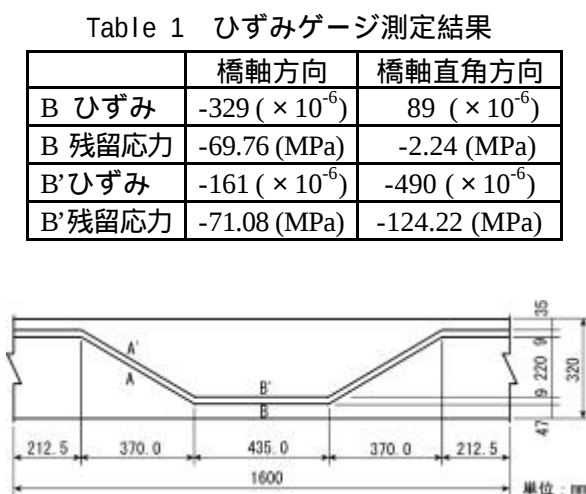


Fig.2 波型詳細図

キーワード 波型鋼板ウェブ, 磁歪応力測定法, 応力開放法
 連絡先 (東広島市鏡山 1-4-1 TEL, FAX 0824-24-7790)

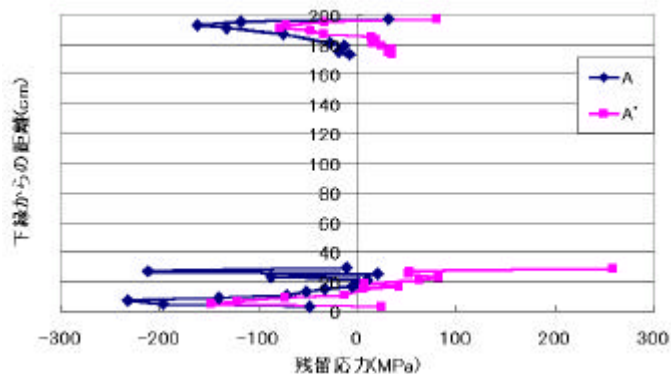


Fig.3 応力開放による残留応力 (A断面表裏)

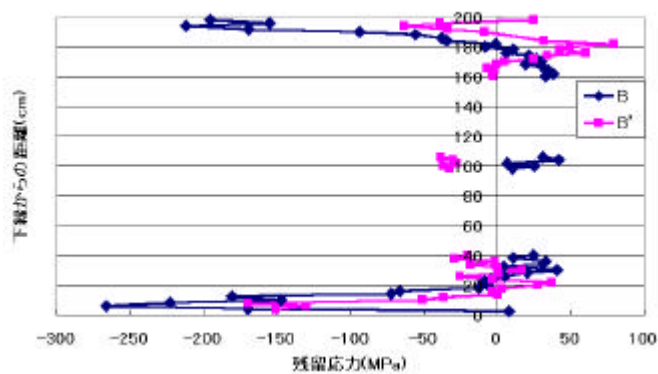


Fig.4 応力開放による残留応力 (B断面表裏)

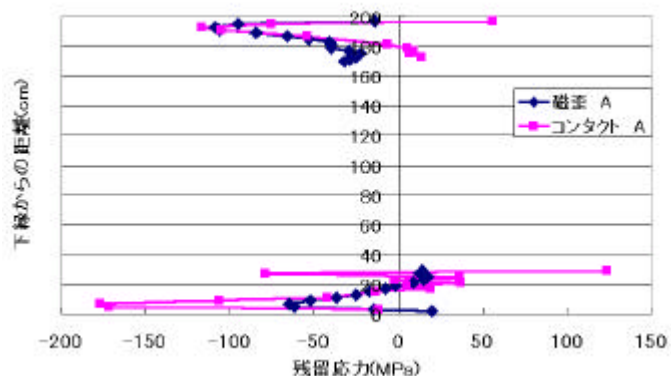


Fig.5 残留応力比較(A断面)

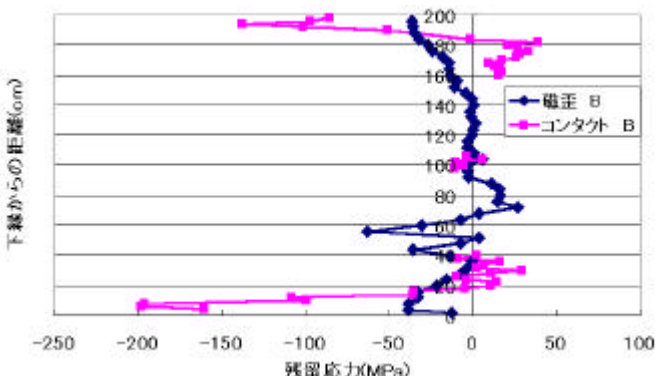


Fig.6 残留応力比較(B断面)

してコンタクトゲージにより測定した両表面の橋軸方向残留応力分布を A 断面, B 断面についてそれぞれ Fig.3, Fig.4 に示す. A, B 断面ともに残留応力は表と裏で約 100 (Mpa) の差があり A, B 断面が圧縮, A', B' 断面が引張となっている. これはウェブの波高が大きいために溶接によるフランジ変形が拘束されることに起因すると考えられる. Fig.5 および Fig.6 に磁歪法と応力開放法の残留応力(表裏平均)を比較して示す. A 断面については同傾向の応力分布が得られえた. しかし, B 断面についてはフランジ近傍の応力分布が全く異なる結果となった. 磁歪法ではせん断応力差積分法を用いて残留応力を求めた. このとき B 断面についてはフランジに一番近い点の橋軸直角方向応力を 0 と仮定したが, Table 1 に示すようにフランジ近傍で橋軸直角方向にも大きな応力が発生していることからこの仮定に問題があるといえる. 磁歪法とせん断応力差積分法を用いるには, ある 1 点の応力を正確に把握する必要がある.

4. 結論

1) 応力開放法と磁歪法によって残留応力を測定した結果, A 断面においては応力値に差はあるものの同傾向の残留応力分布が得られた. しかし, 磁歪法では B 断面のような結果が得られることもあるので, 測定精度の向上のためにはさらなる工夫が必要といえる.

2) ウェブとフランジの接合辺から内部に向かって引張→圧縮→引張と大きく応力状態が変わり, 一般のプレートガーダーの溶接残留応力分布とは異なる結果が得られた. これは波高が大きいために溶接によるフランジの変形が拘束されるためと考えられる.

3) ウェブの表裏で応力状態に差があり, 橋軸・橋軸直角方向ともに製作過程で大きな曲げが発生していることが確認された. 謝辞 川田工業㈱には供試体を提供して頂き, また, 多度津工場の方々をはじめ関係各位には測定に際し多大な協力を頂いた. ここに記して感謝いたします.

参考文献 1) 安福精一, 池田誠, 松岡敬: 磁歪法による応力測定の実用化のための基礎研究, 土木学会第 50 年次学術講演会, 6-11, pp.637-638, 1997. 2) Fujii, K., Ikeda, M., and Matsuoka, K.: Stress Measurement of Steel Plate by Magnetic Probe Method, Proc. of the 6th International Conference on Inspection, Appraisal, Repairs & Maintenance of Buildings & Structures, Melbourne, Australia, pp.131-138, 1999. 3) 坂野昌弘, 竹之内博行, 古川正巳, 西村俊夫: 実橋における溶接残留応力の測定, 橋梁と基礎, pp.27-30, 1986, 3.