

波形鋼板ウェブ PC 橋現場継手部の面内曲げによる応力性状について

川田工業（株） 正員 勝俣 盛 正員 溝江慶久
 正員 町田文孝 正員 越後 滋
 オリエンタル建設（株） 辻村 隆 正員 落合 勝

1. はじめに 波形鋼板ウェブ PC 橋に用いられる波形ウェブ鋼板は、橋軸方向の剛性が極めて小さく、軸方向力をほとんど伝達しない。よって、それらを接合する場合、設計上、せん断力の伝達のみ考慮すれば良いと考えられており¹⁾、フランスのドール橋では、すみ肉溶接による重ね継手が採用されている。しかし、本継手形式は、疲労上最も弱い溶接継手に分類され、鋼橋の主部材の接合に用いられることはない。一方、鋼橋の主桁接合に用いられる突合せ溶接継手は、張り出し架設のように大きな架設誤差が生じやすい施工では、容易に誤差を吸収することは難しく、継手の品質を保持しながら、誤差を吸収するには多くの労力を必要とする。このため、波形ウェブ鋼板の現場継手として溶接接合を採用する場合、架設誤差の吸収が容易で、かつ継手性能が優れる溶接継手方式を採用することが主要な課題として挙げられる。

そこで、波形鋼板ウェブの接合に溶接接合を用いる場合を想定し、架設誤差を吸収可能と思われる 4 種類の溶接継手構造について、着目部位に 3 軸ゲージおよび 1 軸ゲージを貼付した実物大の梁試験体を用いた静的載荷試験を実施して検討を行った。

2. 試験概要 図-1 に試験に用いた梁試験体を示す。試験体には、板厚 9mm の波形鋼板ウェブを用い、図-2 に示す 4 種類の継手形式をそれぞれ配置した。なお、継手の施工は、実橋に即して立向きで実施した。

試験では、車両が走行する際のせん断力の変化を想定する目的で、載荷に 2 台の油圧ジャッキを用い、図-3 に示すような載荷ステップで、最大 310.7kN を与えた。この荷重値は、スパン 90m 程度の実橋梁において、箱桁断面の両ウェブ直上に、衝撃係数を考慮した総重量 20tf の大型車が同時に載荷された際に生じる最大せん断応力振幅が、試験体の継手(a)に作用するように決定した。なお、本載荷ステップにより、継手(b)、(c)に作用する公称せん断応力

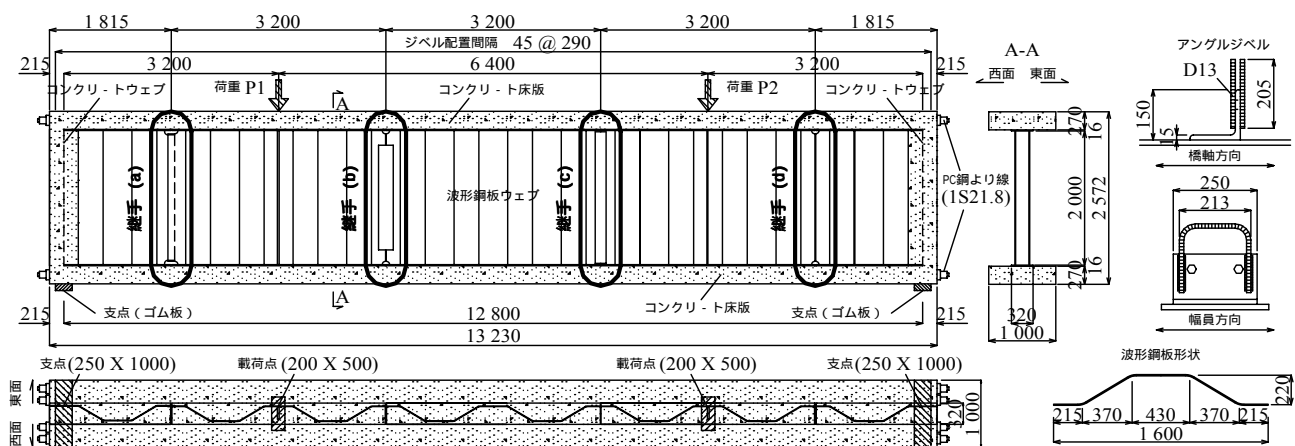


図-1 梁試験体

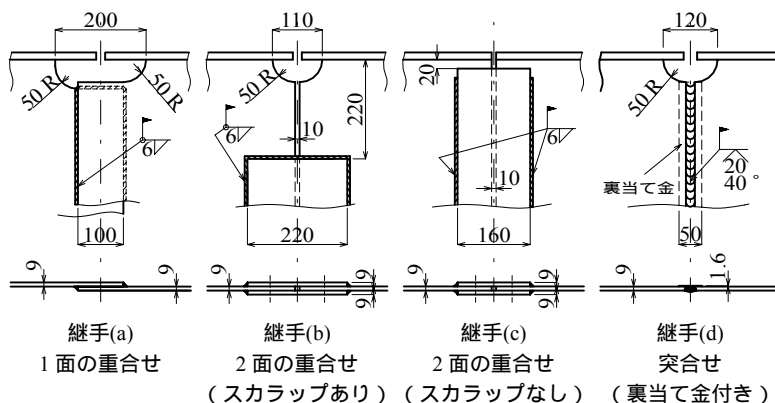


図-2 継手形式

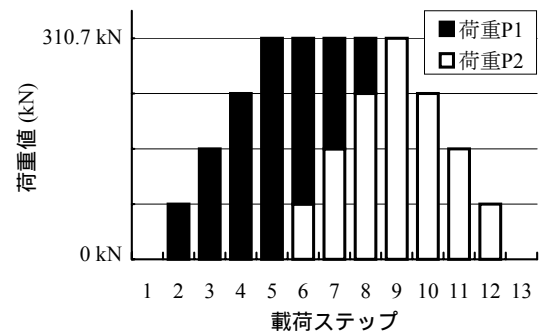


図-3 載荷ステップ

キーワード：波形鋼板ウェブ、現場溶接接合、応力振幅、局部応力、面外曲げ応力

連絡先：〒114-8562 東京都北区滝野川 1-3-11 (Tel) 03-3915-3301 (Fax) 03-3915-3771

振幅は、荷重点がスパン 1/4 点であることから、継手(a), (d)を 100%とすると 67%となる。そこで、図-4, 5 に示す継手(b), (c)の試験時における発生応力に関しては、発生応力を 1.5 倍して考察を行うこととする。

3. 試験結果 図-4, 5 に荷重ステップ 5(荷重 P_1 が最大)および荷重ステップ 9(荷重 P_2 が最大)におけるウェブ接合部西面(図-1 参照)のウェブ中央と上下フランジ近傍の主応力分布を示す。なお、図中の点線と括弧内数値は直応力を示している。

これより、ウェブ高中央部での応力振幅は、公称せん断応力の違いから補正すれば、いずれの継手に関しても、10~13MPa であり、差異はない。また、各継手のコーナー部に作用している主応力の方向は約 45°

の方向であり、その大きさはウェブ中央部と比較すると最大約 5 倍であった。

大きなスカラップを有する重ね継手(a)では、-53.1MPa の大きな応力が下側の重ね部で発生していた。しかし、スカラップを小さくした突合せ継手(d)では、溶接部近傍の最大応力は 21.6MPa であり、継手(a)に比べて 40%の発生応力であった。また、継手(b)の添接板水平溶接のウェブ端では、溶接線直交方向の応力が交番して作用している。車両の走行を考慮すると、その応力振幅は、測定結果の 33MPa (-23.0MPa から+10.0MPa に交番)を公称せん断応力の違いから補正することにより約 50MPa になると考えられ、継手(a)のコーナー部とほぼ等しい応力が繰り返し作用するものと予想される。さらに、継手(c)に着目すると、発生応力は支点側の継手下部の溶接を開始した位置で大きく、-6.7MPa から+11.7MPa に変化しており、測定応力振幅は 18.4MPa であった。同様に公称せん断応力の違いから補正すると、約 28MPa の応力振幅が作用するものと見込まれた。これは、継手(a),(b)に生じた最大応力振幅の約半分の振幅値であるが、継手(d)のスカラップ自由縁を除いた最大の応力振幅 21.6MPa(下側スカラップまわし溶接部)と比べると、約 30%大きくなっている。

さらに、各継手の溶接線に直交する直応力に対し、面外曲げ応力分布について整理した結果、面外応力は継手(a)で大きくなっており、他の継手に対して約 3 倍であった。継手(a)の面外曲げ応力の最大値は 25.2MPa であり、発生箇所は図-4 中で最大の応力が発生した下側の重ね部であった。

4. おわりに 波形鋼板ウェブの現場継手に溶接接合を用いる場合を想定し、実物大の梁試験体を用いて、4 種類の継手の応力性状について確認を行った。その結果、ウェブ高中央部での応力振幅はいずれの継手においてもほぼ同程度となる。また、上下フランジ近傍での溶接局部の応力は桁高中央部よりも最大で 5 倍高く、スカラップ部に着目すると、開口部が広いほどその応力値は高くなった。さらに、継手(a)では、他の継手の 3 倍の面外曲げ応力が発生するので、接合部のディテールを決定する際には、発生応力の低減に対して十分な考慮が必要と思われる。また、継手(b), (c)でもせん断力が要因と思われる大きな局部応力が生じており、疲労上、注意しなければならないと推測された。今後は、本試験体を用いた疲労試験を実施して、継手の疲労耐久性について検討していく予定である。

なお、本研究を実施するにあたり、早稲田大学・依田照彦教授には数々の有益なご指導をいただき、ここに深く感謝いたします。

【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)，1998.12.

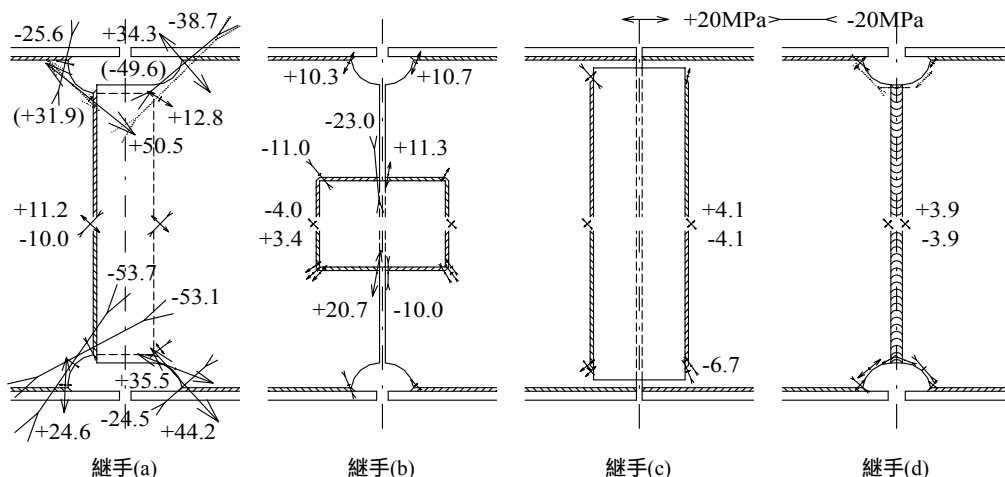


図-4 荷重ステップ 5 ($P_1=310.7\text{kN}$, $P_2=0\text{kN}$) 時の主応力分布

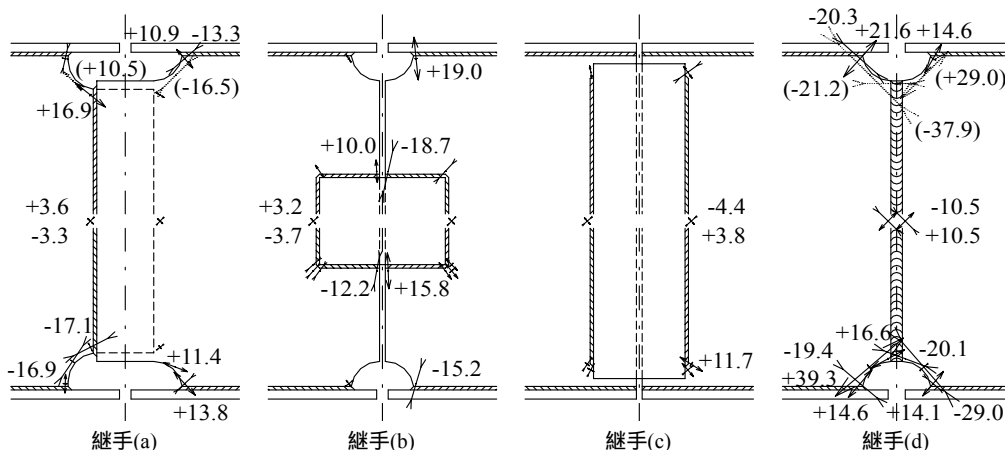


図-5 荷重ステップ 9 ($P_1=0\text{kN}$, $P_2=310.7\text{kN}$) 時の主応力分布