

CS-137

孔のずれ止めを用いた波形鋼板ウェブを持つ合成桁の首振り現象に関する実験的研究

早稲田大学大学院 学生員 中洲啓太 早稲田大学理工学部 正会員 依田照彦
 ピー・エス 正会員 佐藤幸一 ピー・エス 正会員 櫻田道博
 積水化学工業(株) 正会員 鈴木 徹

1. はじめに

波形鋼板とコンクリートの合成桁において、鋼ウェブの上・下端に多数の孔を開け、貫通鉄筋を通し、コンクリート床版をかぶせた構造のずれ止め（以降、埋込み接合とよぶ）を利用すると、従来のスタッドを用いたずれ止めと比べ、鋼フランジの溶接が不要になり、施工が容易になるという利点を有する。埋込み接合に関しては、過去に押し抜きせん断試験や桁としての載荷実験が行われているが、いずれの実験も鋼ウェブに平行な面内の挙動の検討にとどまっており、偏心荷重や水平横力に起因してウェブ上端に交互曲げが生じる現象（首振り現象）に対する検討は行われていない。偏心外力載荷時の首振り現象に関する模型実験を行ったので、その結果について報告する。

2. 実験方法

埋込み接合が初めて採用された本谷橋の接合部をモデルにA体（本谷橋の接合部を3/10に縮小したもの）、B体（A体に対しウェブの板厚を厚くしたもの）、C体（A体に対しウェブの埋込み長を小さくしたもの）、およびD体（A体に対しウェブの埋込み長を大きくしたもの）の4種類の供試体を作製し、それぞれ静的試験用1体、疲労試験用2体の合計12体を準備した。また、偏心荷重を載荷しやすくするためにコンクリート床版の一方を張り出させた図-2のような断面形状とした。疲労試験では、最大荷重を2.0tf、最小荷重を0.2tfに設定した。最大荷重の2.0tfは、ウェブ直上のコンクリート床版上面の応力が設計荷重時の実橋のものと同しくなるように定めた。

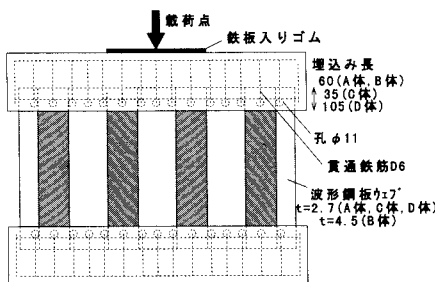


図-1 供試体側面図(単位mm)

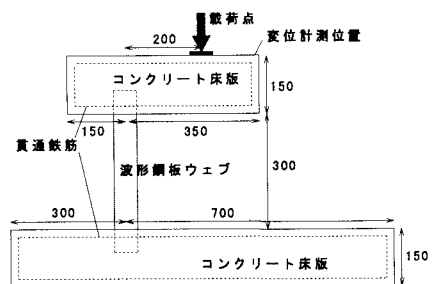


図-2 供試体断面図(単位mm)

3. 実験結果および考察

静的試験結果を表-1、疲労試験結果を表-2、静的試験における荷重と変位の関係を図-3、疲労試験における載荷回数と最大変位の関係を図-4、接合部のコンクリート（引張側パネルの内側）のひずみを図-5に示す。

表-1 静的試験結果

供試体	破壊荷重	ひび割れ発生荷重	破壊状況
A-1	5.75tf	4.5tf	接合部コンクリートの破壊
B-1	7.80tf	4.0tf	接合部コンクリートの破壊
C-1	3.61tf	3.0tf	接合部コンクリートの破壊
D-1	8.03tf	7.5tf	圧縮側鋼板の座屈

キーワード：合成桁、ずれ止め、偏心載荷、波形鋼板ウェブ

連絡先（〒169-8555 新宿区大久保3-4-1 51号館16-06室 TEL 03-5286-3399 FAX 03-3200-2567）

表-2 疲労試験結果

供試体	疲労破壊の回数	静的破壊荷重	ひび割れ発生荷重	静的終局耐力時の破壊状況
A-2	200万回破壊せず	5.62tf	4.0tf	接合部コンクリートの破壊
A-3	200万回破壊せず	5.74tf	4.0tf	接合部コンクリートの破壊
B-2	200万回破壊せず	8.50tf	4.0tf	接合部コンクリートの破壊
B-3	200万回破壊せず	8.80tf	4.0tf	接合部コンクリートの破壊
C-2	1,595,300回	—	(10,000回)	接合部コンクリートの破壊
C-3	200万回破壊せず	3.47tf	3.0tf	接合部コンクリートの破壊
D-2	200万回破壊せず	7.51tf	7.5tf	圧縮側鋼板の座屈
D-3	200万回破壊せず	8.51tf	6.0tf	圧縮側鋼板の座屈

④接合部のコンクリートの応力について

ウェブの埋込み長が小さいC体では、初期から接合部のコンクリートのひずみが大きく（図-5参照）、小さな荷重で接合部のコンクリートが破壊した。一方、埋込み長が大きいD体では、接合部のコンクリートにひび割れがほとんど発生せず、波形鋼板の圧縮側パネルの座屈によって破壊した。標準の埋込み長であるA体は、C体とD体の中間的な荷重で、鋼板に若干の変形を伴いつつ、接合部のコンクリートで破壊した。以上から埋込み長が小さいほど接合部のコンクリートに大きな負担がかかることがわかる。

接合部のコンクリートの破壊には、鋼ウェブから受ける応力以外にも孔により上下方向の変位を拘束された貫通鉄筋が、コンクリート床版の変位についてゆけず、床版からはみ出そうとする効果が大きく関係したと思われる。このため床版下面のコンクリートに剥離、剥落が多く観察された。

②板厚の影響について

板厚の大きいB体は、A体より破壊荷重が大きくなった。鋼板の板厚が大きくなっても接合部のコンクリートが鋼板から受ける応力が大きく変化するとは考えられない。これは、鋼板の板厚が大きくなると床版の変位が小さくなり、貫通鉄筋がはみ出そうとする効果が弱まるため、終局耐力が向上したと考えられる。

③鋼板について

鋼板のひずみは孔の周りで特に大きくなった。孔の中心線に沿った面において鋼部分の断面積をある程度確保する必要がある。また、床版の変位により、貫通鉄筋が孔の上面を圧する現象が見られ、孔の上に鋼部分が少ないC体では孔の中心線に沿った亀裂が生じた。鋼の孔の上の縁端距離を十分確保する必要がある。

④ウェブ直上のコンクリートの応力集中について

埋込み長の大きいD体の破壊時にコンクリート床版上面にわずかなひび割れが生じた程度で、設計荷重のレベルでは、ウェブ直上のコンクリートの応力集中はほとんど問題にはならなかった。

4. 結論

- ①埋込み長および板厚が大きくなると接合部の耐力が向上する。
- ②鋼板において孔の部分は弱点になりやすく、孔の中心線に沿った面における鋼の断面積を小さくしすぎることは好ましくない。
- ③ウェブ直上のコンクリートの応力集中は本実験の供試体では問題とはならなかった。

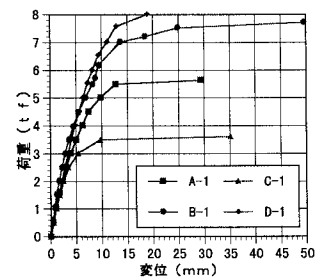


図-3 荷重-変位関係（静的試験）

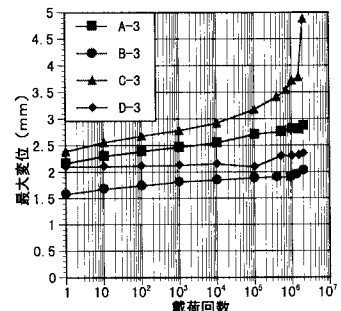


図-4 最大(2tf時)変位（疲労試験）

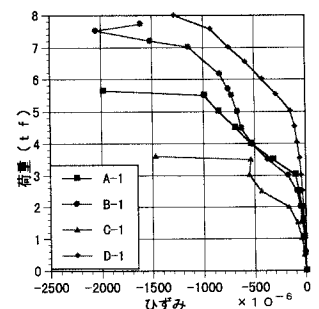


図-5 接合部のコンクリートのひずみ