

CS - 80

鋼コンクリート系サンドイッチ構造梁の曲げ疲労耐力

北海道大学大学院 学生員 金谷健太郎
 北海道大学工学部 正員 上田 多門
 北海道大学工学部 正員 角田典史雄
 北海道大学工学部 木村 勉

1. はじめに

サンドイッチ構造梁は鋼板でコンクリートをはさみこみサンドイッチ状に組み合わされた合成梁で両材料の短所を補い合う構造特性を持つ。外殻鋼板にはコンクリートと鋼材の合成作用を得るために取り付けられるシアコネクタやせん断補強材といった鋼材が、溶接によって取り付けられる事がある。溶接構造は繰り返し载荷に弱いとされており、鉄筋コンクリートの場合でも鉄筋に溶接部を持つ場合、コンクリート標準示方書¹⁾ではその疲労に対する強度は通常の50%に見積もることが定められている。しかしながらサンドイッチ構造梁においては疲労に対する研究は多いとは言えず、疲労挙動の解明は早急な課題である。そこで本報告においてはサンドイッチ梁の曲げ疲労挙動を検討することとする。

2. 実験の概要

実験はフルウェプタイプのサンドイッチ梁4体を用いる。供試体FW1は静的実験に用い、供試体FW2, 3を疲労実験に用いる。静的実験用と疲労実験に用いる前記2体、計3体の供試体にはシアコネクタはなく、疲労実験用供試体FW4にのみシアコネクタを取り付けた。供試体の外寸はすべて同じで、断面が400×250mm、長さが4000mmである。またシアコネクタは山形鋼40×40mmを400mm間隔に取り付けている。使用した鋼材は全てSS400で端材は9mmのもの、それ以外には6mmの厚さのものを用いた。コンクリートの圧縮強度は約36MPaである。実験はスパンが3500mm、せん断スパン比を4とする対称2点载荷で行う。疲労実験は下限荷重を20kNとし、疲労実験での上限荷重は静的試験の破壊荷重との比Sを変化させて設定する。測定項目は下側鋼板のひずみとスパン中央部のたわみであり、それぞれひずみゲージと変位計で測定した。

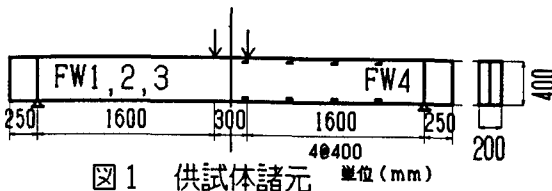


図1 供試体諸元

表1 疲労実験結果

供試体	S	疲労寿命 (回)
FW2	48%	—
	63%	289390
FW3	76%	177183
FW4	63%	241569

3. 1. 静的実験

供試体FW1の降伏荷重は333kN、破壊荷重は349kN、また計算による降伏荷重は306kNである。破壊性状としては、127kNに最初の曲げひび割れが観察され、下側鋼板の降伏後変位の増大による上側鋼板の座屈とコンクリートの圧縮破壊が認められた。

3. 2. 疲労実験

供試体FW2は最初Sを48%にし100万回の繰り返し载荷の後にも破壊がみられなかった。その後同じ供試体を用い、Sを63%に上げ実験を行った時に繰り返し载荷回数が289,390回目に下側鋼板の破断がみられた。供試体FW3はSが76%の繰り返し荷重をかけ177,183回で破壊に至った。供試体FW4には63%のSを設定し、その疲労寿命は241,569回であった。Sが63%であるときの供試体FW2と同じSである供試体FW4の疲労寿命にはほとんど差はなかった。供試体FW2, 3ではひび割れの発生、伸展は1000回程度でほぼ止まった。

破壊形態は曲げ引張部下側鋼板の破断であり、フルウェブと下側鋼板の溶接部位から鋼板の亀裂が広がり破断に至ったと思われる。供試体FW4では下側鋼板に取り付けた全てのシアコネクタからコンクリートのひび割れが発生しており、それ以外のところからも2、3のひび割れがみられた。この供試体の破壊形態は下側鋼板の表面上のシアコネクタの溶接部位に沿って亀裂が中心から外側に向かい破断に至ったものである。

3. 3. 疲労実験でのひずみ及びたわみ性状

ひずみ及びたわみ振幅とも全ての供試体にひずみ振幅

において载荷回数による増減は特に認められない。しかし供試体FW4において見られる下側鋼板のひずみ振幅の急増は同一断面での亀裂の発現によるものと考えられる。（図23において ○FW2（前半） ●FW2（後半） □FW3 ▲FW4）

3. 4. 既往の実験との比較

図4にS-N曲線における本実験結果と参考文献²⁾に示されている実験結果との比較をおこなう。ここに本実験における供試体の疲労耐力は、横田らの実験結果²⁾に比べて高いと言える。参考文献²⁾中の供試体は幅方向にせん断補強材を等間隔に持つものであり、それらはシアコネクタ的な役割も担っていると思われる。この点が本実験結果に比べて疲労耐力が低い原因の一つと考えられる。図5は下側鋼板における応力振幅と载荷回数の関係による本実験結果、参考文献²⁾に示さ

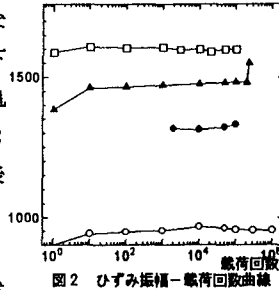


図2 ひずみ振幅-载荷回数曲線

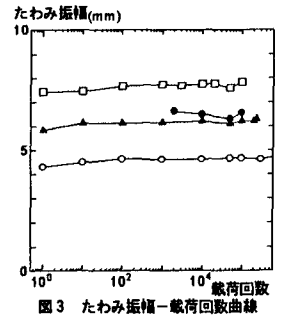


図3 たわみ振幅-载荷回数曲線

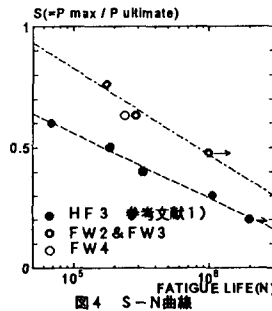


図4 S-N曲線

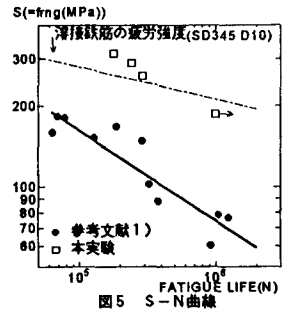


図5 S-N曲線

れる実験結果及び示方書¹⁾による溶接を考慮した鉄筋の疲労強度の比較である。本実験での実験値は参考文献中の疲労強度よりも高く、溶接を考慮した鉄筋の疲労強度に近いと言える。

4. まとめ

1) シアコネクタを持たずせん断補強材としてフルウェブを持つサンドイッチ梁の疲労破壊性状は曲げ引張部の溶接位置から亀裂が広がり下側鋼板とフルウェブの破断に至るものであった。シアコネクタを持つそれではシアコネクタの溶接部位に沿って中心から亀裂が走り同様の破断が起こった。

2) 曲げ疲労破壊を起こした本実験供試体においてシアコネクタを持つサンドイッチ梁と持たない梁の疲労耐力に明瞭な差異はない。

3) 曲げ疲労破壊を起こす幅方向にせん断補強材を持つサンドイッチ梁とせん断補強材にフルウェブを持つものの疲労耐力の比較ではフルウェブタイプのものの方が高い耐力を示した。

4) 引張応力振幅と疲労寿命の関係では本実験で用いたフルウェブタイプの下側鋼板の疲労挙動は溶接を考慮した鉄筋の挙動に近い。

参考文献

1) コンクリート標準示方書（平成三年度版），設計編，土木学会，1991年9月

2) 横田，清宮：鋼・コンクリート合成ばりの曲げ疲労特性，コンクリート工学年次論文報告集，1989年