

I-136

鋼板とコンクリートによるハイブリッド部材の疲労特性

運輸省港湾技術研究所	正会員	清宮 理
若築建設 ㈱ 設計部	正会員	○ 西野邦男
運輸省港湾技術研究所	正会員	千葉照男
運輸省港湾技術研究所	正会員	白崎正浩

1. まえがき

コンクリートと鋼板を合成したハイブリッド部材は、鋼材とコンクリートの各々の長所を最大限に発揮させると共に、短所を相互に補い合う構造様式である。ハイブリッド部材として、既に陸上の橋梁での合成桁、建物での合成柱等がある。海洋環境下でのハイブリッド構造物の建設例は少ないが、今後防波堤、栈橋等の港湾構造物に、この部材の採用が考えられている。海洋環境下では、強大な波浪及び地震等による繰返し荷重に対する構造物の安全性の評価が重要となる。そこで本報告では、ハイブリッド梁の疲労試験を実施し、基本的な疲労特長を把握した結果について述べる。

2. 試験概要

試験体の形状寸法は図-1に示す通りであり、試験体名をHF1・HF2・HF3とした3種類のハイブリッド部材梁を製作した。HF1は、片側が鋼板で鉄筋コンクリートとL形鋼によって一体化し、せん断補強は長尺の折り曲げた鉄筋を用いた。HF2は、HF1と基本的に構造は同一で、スターラップをせん断補強筋とした。HF3は、両側が鋼板で、くり抜いた四角の鋼板でずれ止めとせん断補強とを兼ねた構造となっている。一種のサンドイッチ構造である。試験体数は、静的载荷試験を各1本、疲労载荷試験を各5本とし、合計18本とした。

図-2に疲労試験の载荷方法を示す。支点間隔を300cm、せん断スパン比を $a/d=4.8$ とする単純支持二点载荷とした。試験体での载荷荷重の上限値は、静的試験による破壊荷重を最大値200万回繰返し荷重に対して破壊しない荷重を最小値と考え、この荷重範囲内で設定した。下限荷重は1.0tfである。また、繰返し荷重の波形は正弦波とし片振りとした。周波数は約2Hzとした。コンクリートの試験時圧縮強度は約300kgf/cm²であった。鋼板とずれ止めには用いたL形鋼はSS41材を、鉄筋は異形鉄筋SD30を使用した。測定は、载荷荷重、変形量、コンクリートと鋼材のひずみ、コンクリートのひび割れ幅等について実施した。

3. 試験結果

(1) S-N線図

表-1に疲労試験結果の一覧を示し、図-3に荷重振幅値と繰返し回数との関係を示す。HF1、HF2、HF3の各試験体に関して疲労耐力に大きな差は見いだせなかった。

(2) 破壊性状

表-1に示す通り、疲労試験における破壊形態は、いずれも梁下面の鋼板の破断であった。試験体HF

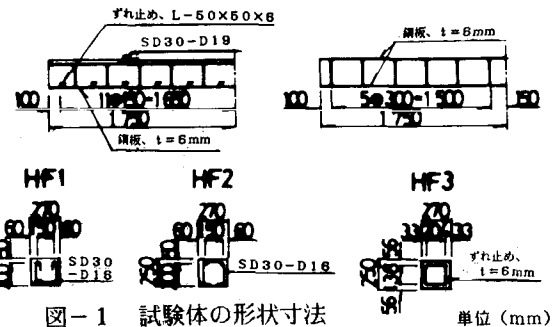


図-1 試験体の形状寸法

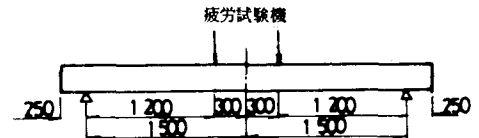


図-2 疲労試験の载荷方法

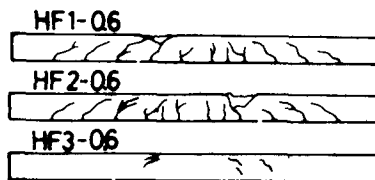


図-4 ひび割れ性状

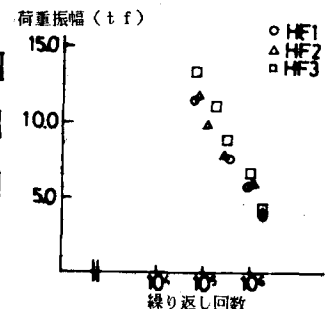


図-3 S-N線図

表-1 疲労試験結果

NO	試験体名	繰り返し載荷(1f)	最大繰り返し回数	破壊状況
1	* HF1-0.6 (HF1-0.6)	** *** 1~11.40 (1~11.40)	63,550 (60,710)	鋼板の破断 (鋼板の破断)
2	HF1-0.4	1~ 7.60	378,690	鋼板の破断
3	HF1-0.3	1~ 5.70	924,820	鋼板の破断
4	HF1-0.2	1~ 3.80	2,000,000	破壊せず
5	HF2-0.6	1~11.70	77,720	鋼板の破断
6	HF2-0.5	1~ 9.75	128,090	鋼板の破断
7	HF2-0.4	1~ 7.80	289,630	鋼板の破断
8	HF2-0.3	1~ 5.85	1,256,930	鋼板の破断
9	HF2-0.2	1~ 3.90	2,000,000	破壊せず
10	HF3-0.6	1~13.20	69,000	鋼板の破断
11	HF3-0.5	1~11.00	187,400	鋼板の破断
12	HF3-0.4	1~ 8.80	327,000	鋼板の破断
13	HF3-0.3	1~ 6.60	1,058,790	鋼板の破断
14	HF3-0.2	1~ 4.40	2,000,000	破壊せず

上表中(i)* は荷重比（疲労載荷上限荷重／静的耐力）を示す
(ii)** は疲労載荷下限荷重を示す。
(iii)***は疲労載荷上限荷重を示す。

1では、スタッド位置で、スタッドと鋼板との溶接部分に歪が生じて応力集中を伴い、鋼板の破断に至った。試験体HF2ではスターラップ位置で、試験体HF3ではずれ止め位置で、試験体HF1と同様の破壊形態となった。疲労試験での破壊形態は、静的試験とは若干異なる。静的試験では、曲げひび割れがスタッドやずれ止めより発生したが、終局時には、HF1、HF2ではコンクリートの圧縮破壊、HF3では大きなたわみが生じて破壊に至った。

(3) ひび割れ性状

梁のひび割れ性状の測定結果を図-4に示す。せん断スパン比が4.8であり、曲げが卓越することから、荷重の初期段階ではほとんどが曲げひび割れであった。破壊に近づくにつれてせん断ひび割れも生じた。各試験体では、ずれ止め位置より曲げひび割れが発生したが、試験体HF3は試験体HF1、HF2に比べて曲げひび割れの本数が少ない。ひび割れ幅の測定結果を図-5に示す。ひび割れ幅はある繰り返し回数までは、ほぼ一定で、その後急激に増加を始めた。

(4) 鋼材のひずみ

図-6に梁下面の鋼板のひずみの測定結果を示す。同図は、鋼板の破断した位置付近における、繰り返し載荷途中の最大荷重載荷時のひずみ図である。試験体HF1、HF2においては、ある繰り返し回数まではひずみ量の増加は少ないが、その後急激に増加を始めた。

4. まとめ

- ①ハイブリッド部材の疲労破壊は、鋼板とずれ止め（あるいはせん断補強筋）との溶接部より発生する。静的試験では、HF1、HF2がコンクリートの圧縮破壊、HF3は大きなたわみが生じて破壊に至った。
- ②今回の3種類のハイブリッド部材間では、有意な疲労特性の差はなかった。
- ③疲労破壊に至るまで曲げひび割れが優勢であった。ひび割れは、ずれ止め位置より集中的に発生し、この位置以外からのひび割れの発生は少なかった。

5. あとがき

今回は、ハイブリッド梁部材の疲労特性を実験的に調べた結果について述べたが、実際の波浪条件下での疲労耐力をどの程度保有するかを、今後検討していきたい。

参考文献

- 1)横田弘、清宮 理；鋼・コンクリート合成部材での形鋼によるずれ止めの耐荷力、港湾技研資料、NO. 595、1987年9月、24P
- 2)横田弘、清宮 理；鋼・コンクリート合成はりのせん断補強鉄筋が終局耐力に及ぼす影響第9回コンクリート工学年次講演会、1987年6月、pp.531~537

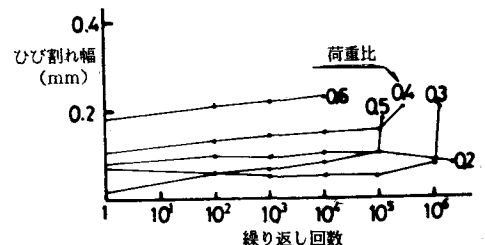


図-5 ひび割れ幅と繰り返し回数との関係

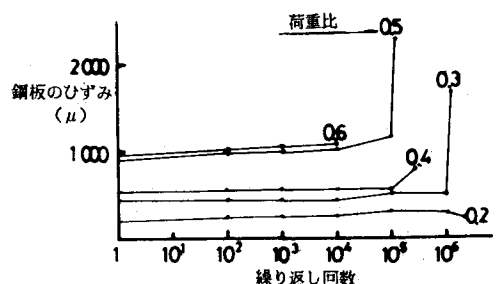


図-6 鋼板のひずみと繰り返し回数との関係