

セメント系接着剤を用いた鋼・コンクリート合成床版の浸水状態下における曲げ疲労試験

山口大学大学院
山口大学大学院
宇部興産機械株式会社

学生会員
正会員
正会員

○黒田 祐輔
吉武 勇
和多田 康男

1. はじめに

本研究では、構造の簡素化や施工性の向上を目的として、従来の合成床版構造に多用されている機械式ずれ止めの一部をセメント系接着剤（以下、接着剤と略記）で代替した新たな合成床版構造の開発を行っている。既往の研究では、接着剤をずれ止めに用いた 1/2 スケールの合成床版における曲げ疲労試験を実施し、本合成床版構造の高い疲労耐久性が報告されている。本研究では、接着剤を用いた合成床版の疲労耐久性におよぼす水の影響を調べるため、コンクリート部に人工的な貫通ひび割れを設けて滞水させることで浸水状態とし曲げ疲労試験を実施した。

2. 実験条件

2. 1 試験体

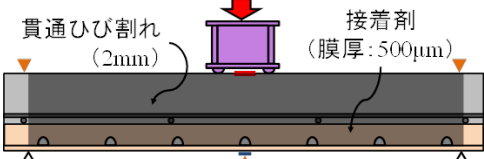
本試験では、床版の一要素を想定した 1/2 スケールの合成はり試験体を作製した。試験体の中央部（橋軸直角方向）には、水が合成はりの疲労強度におよぼす影響を調べるため、貫通ひび割れを想定した幅 2mm 程度の不連続面を設けた。表-1 に試験体パラメータを示す。接着剤と半円リブを併用した試験体は 4 体ずつ、2 回に分けて打設を実施した。また、比較用として接着剤未塗布のものと一般的な合成床版に使用されているパーフォボンド（PBL）タイプを 2 体ずつ作製した。図-1 に試験体概略図および荷重状況、変位・ひずみの測定位置を示す。なお試験体の寸法は 135×625×1850mm である。底鋼板には、機械式ずれ止めの機能と接着剤との剥離抵抗性向上を目的とした半円状の切欠きを有する横リブを 2 本設けている。

2. 2 試験方法

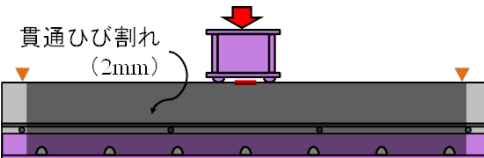
本実験における荷重条件は、スパン長 1650mm、荷重点間距離 250mm の 2 点荷重法で実施した。静的荷重試験における荷重速度は 3.0kN/min、曲げ疲労試験では 1.0kN/min である。試験で得られた最大荷重が曲げ理論計算で求めた終局耐力 170kN と同程度だったため、この計算値を耐力 P_0 と設定した。曲げ疲労試験における上限荷重は既往の研究の実験結果を踏まえ、 P_0 の 70% と 60% の二段階、下限荷重は P_0 の 10% に設定した。繰返し荷重 0,1,10,100,100,10000 回時（以降、10000 回毎）に荷重・除荷時のたわみとひずみを計測し、これを疲労破壊するまで行った。実験中は、貫通ひび割れを模擬した不連続面に滞水させ、疲労耐久性におよぼす影響を調査した。また、荷重回数 200 万回に達しても破壊に至らなかった試験体は十分な疲労耐久性を有すると判断し、疲労試験を終了して静的荷重を行った。

表-1 合成はりのパラメータ

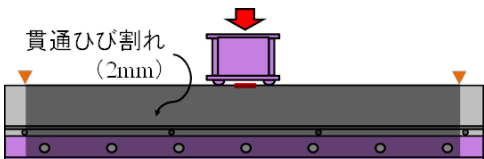
試験体	構造	試験体数
W-basic	接着剤, 半円リブ	8
W-half-hole	半円リブ	2
W-PBL	PBL	2



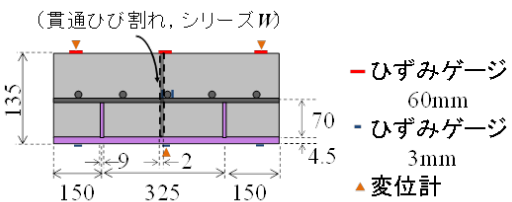
(a) W-basic



(b) W-half-hole



(c) W-PBL



(d) 断面図

図-1 合成はり模式図

キーワード 合成床版, 疲労, 水

連絡先 〒755-8611 山口県宇部市常盤台 2-16-1 山口大学大学院理工学研究科 TEL 0836-85-9306

3. 曲げ疲労試験結果と考察

表－3 に曲げ疲労試験結果を示す。本実験では、上限荷重 60%の W-PBL は載荷回数 200 万回でも破壊には至らなかったが、その他の試験体はいずれも載荷回数 3 万回未満で破壊に至った。

図－5 に接着剤と半円リブを併用した上限荷重 60%の試験体のたわみと載荷回数の関係を示す。同図中の D は、既往の研究より不連続面を設けず非滞水の状態にて接着剤と半円リブを併用した試験体に対して行った曲げ疲労試験の結果である。滞水させた試験体は、載荷初期からたわみが 2.0mm 以上生じ、載荷回数の増加に伴い大きくなった。また、接着剤を用いた多くの試験体にて、破壊直前にたわみが急増する現象が確認された。この現象は、底鋼板とコンクリートの付着が切れたことに起因するものと推察される。

図－4 に本研究の曲げ疲労試験にて得られた接着剤と半円リブを併用した試験体による $S-N$ 曲線を示す。同図中には比較のため、既往の研究で実施した非滞水の試験体の実験結果と井上らが気中および水中下の RC はりの疲労試験を行い、水がおよぼす影響について評価した式を示している。図中の実線は気中における疲労耐久性を示したものである。接着剤を使用した本研究の合成構造は、井上らの RC はりと比較して疲労強度の低下が緩やかであることから疲労耐久性の高さが窺える。また、図中の点線は、はりに水の影響を与えた疲労強度を示している。本実験で得られた結果より、200 万回疲労強度を評価すると 0.55 程度となった。実験条件が異なるため単純比較はできないが、水の影響がおよぼす RC はりの 200 万回疲労強度 (0.42 程度) より高い結果となった。水の影響による疲労強度の低下は、接着剤を用いた本合成構造では約 20%であり、RC 構造の低下率 30%よりも小さいものとなった。

4. 結論

本研究では、接着剤を用いた合成構造の疲労耐久性におよぼす水の影響を調べるため、合成床版を滞水させた状態で曲げ疲労試験を行った。本研究より得られた知見を以下に要約する。

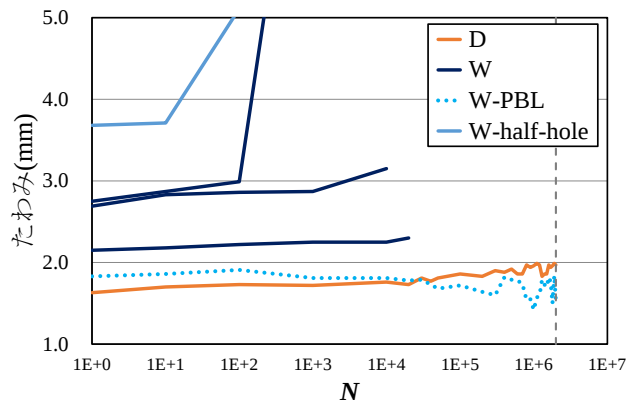
- (1) 滞水状態下における曲げ疲労試験の結果、本合成構造はりは載荷初期からたわみが 2.0mm 以上生じた。また、破壊直前にたわみの急増が確認された。これは、底鋼板とコンクリートの付着切れが原因と推察される。
- (2) 本実験結果から作成した $S-N$ 曲線から、水の影響を受けた本合成構造はりの 200 万回疲労強度は静的耐荷力の 55%程度が疲労限界と推定された。また、水の影響による疲労強度の低下について本合成構造では 20%程度であり、井上らが報告する RC はりにおける同低下率 30%程度より若干小さいものであった。

参考文献

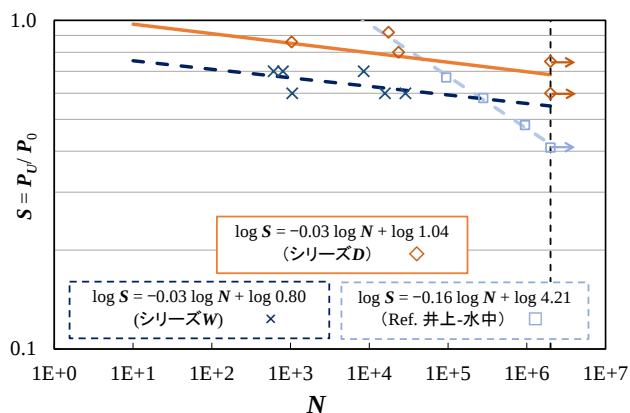
- 1) 井上正一，西林新蔵，吉野 公，井上祥一：海水中における RC はりの疲労性状，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.14，No.2，pp279-284，1992

表－2 曲げ疲労試験結果

試験体	載荷荷重 ($\times P_0$)	実験値 P_U	$S=P_U/P_0$	載荷 回数 N
W	70-10%	119kN	0.70	800
	70-10%	119kN	0.70	8500
	70-10%	119kN	0.70	610
	60-10%	102kN	0.60	1050
	60-10%	102kN	0.60	28800
	60-10%	102kN	0.60	15800
W-half-hole	70-10%	119kN	0.70	850
	60-10%	102kN	0.60	700
W-PBL	70-10%	119kN	0.70	12050
	60-10%	102kN	0.60	2000000



図－3 スパン中央におけるたわみ変化 ($S=0.6$)



図－4 $S-N$ 曲線