

CS-170 橋軸方向にリブを配した2方向支持FRP合成床版の疲労性状について

(株)酒井鉄工所 正会員 奥地正浩 大阪大学大学院 フェロー 松井繁之
(株)酒井鉄工所 正会員 石崎 茂 (株)酒井鉄工所 正会員 久保圭吾

1. はじめに FRP合成床版(繊維強化プラスチック製永久型枠を用いた合成床版)は、すでに輪荷重走行試験機による疲労試験により、従来のRC床版に比べて、著しく耐久性が向上することが確認され、すでに実橋にも適用されている。¹⁾²⁾

一方、橋梁建設の合理化とコスト縮減が求められる中、これまで敬遠されていた合成桁が、近年再び見直されつつある。これまで合成桁が敬遠されてきた理由をRC床版の損傷と考えた場合、合成桁にFRP合成床版を適用することにより、合成桁における床版の損傷という問題を大いに改善できると推測されるばかりか、橋軸方向にFRP型枠のリブを配置することにより、リブを含むFRP型枠の断面も合成桁の断面性能に加算できることになり、特に連続桁中間支点部の負曲げモーメント部の剛性向上が図られ、さらなるコストダウンが可能になるものと推測される。

そこで、今回はFRP合成床版を連続合成桁に適用した場合の疲労耐久性を確認するために、橋軸方向にFRP型枠のリブを配置し、主桁、および横桁で2方向支持した供試体を用い、FRP型枠のリブ方向に輪荷重を走行させる試験を実施した。以下に本耐久性試験の結果について報告する。

2. 実験の概要 実験に用いた実物大供試体は、前回の橋軸直角方向にリブを配した載荷実験²⁾との比較を行うため、前回と全く同じ形状の供試体を使用した。すなわち、外形寸法は2.37m×3.2mとし、全厚は19cmとした。このときのFRP型枠の形状、および鉄筋配置は、図-1のとおりである。また、供試体構成材料の力学特性は、表-1のとおりである。

載荷荷重、および、くり返し回数は、18tfで100万回、その後21tfで50万回とした前回の実験にならって、18tfで75万回、21tfで50万回載荷することとした。

くり返し載荷中は、所定の回数ごとのたわみ、および各構成部材のひずみを測定するとともに、床版上面のひび割れ状況の観察を行った。また、FRP底面と下面コンクリートのはく離状況は、FRP下面をたたき、音による観察を行った。

3. 実験の結果 各載荷回数ごとの床版中央における荷重-たわみ曲線の変化状況を、合成断面の理論たわみ曲線とともに、図-2に示す。なお、図中には前回の実験結果の荷重-たわみ曲線も併記した。これより、初期荷重に対する変形曲線の傾きは、前回の実験と同様に、FRPを含む全断面を有効とした場合の理論曲線の傾きと、ほぼ一致しているといえる。また、18tfで75万回載荷後の傾きも、引張側コンクリート無視の理論曲線より小さいことが確認できる。その後、さらに21tfで50万回載荷した後も、引張無視の理論値程度の剛性を有しており、その損傷度は、使用限界状態程度と推測され、RC床版に比べ、はるかに高い疲労耐久性を有していることが確認された。

床版中央載荷時における、床版中央でのたわみ-サイクル曲線を図-3に示す。図中には、合成断面の理論曲線、および前回の実験におけるたわみ-サイクル曲線も併記した。載荷試験開始後2000回程度の小さなくり返し回数で、活荷重たわみ、および残留たわみとも、急激に増加する。しかし、1万回程度の載荷で、活荷重たわみは停留し、75万回の載荷に対しても、活荷

Keyword: 輪荷重走行試験機、FRP合成床版、連続合成桁

590-0831 大阪府堺市出島西町3-1 酒井鉄工所 TEL 0722-44-1521 FAX 0722-45-3626

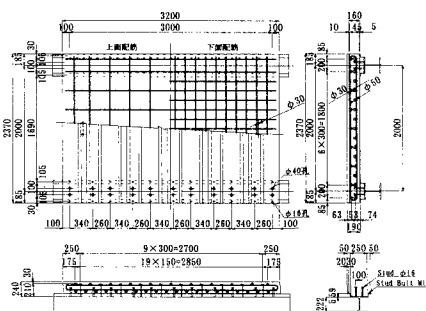


図-1 供試体詳細図

表-1 材料特性

単位: (kgf/cm ²)			
FRP	繊維方向	強度	弾性係数
	繊維直角方向	400	60000
鉄筋	鉄筋	5460	1950000
	コンクリート	300	210000

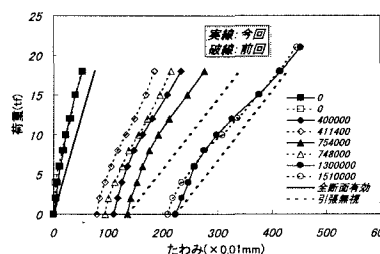


図-2 荷重-たわみ曲線

重たわみは、ほとんど変化しない。しかし、今回の実験では、残留たわみについては、1 万回程度の载荷から、増加傾向が見られ、前回の実験に比べても、大きな値となっている。これは、载荷試験機における载荷幅とFRPのリブ間隔がほぼ同じであったため、载荷直下のリブ間において、FRPリブとコンクリートのはく離が進行したためと考えられる。このことは、载荷直下のリブ間のみ、コンクリートとFRP底面のはく離が発生していることから推定できる。

载荷縦断面における、たわみ分布の変化状況を図-4 に示す。図中には合成断面の理論曲線を併記した。初期の载荷では、全断面有効の理論曲線にほぼ一致し、载荷回数の増加に伴って、引張無視の理論曲線に近づいていく。しかし、载荷回数が増加し、载荷荷重を 21tf に上げた後では、前回の実験で中央部がとがった分布になったのに対し、今回の実験では、全体のたわみが大きくなる分布となっている。これは、前回の実験では、すべてのリブ部でコンクリートとリブ間のはく離が進行し、橋軸直角方向にはり状化したのに対し、今回の実験では、輪荷重の移動方向とリブ方向が一致し、かつ载荷幅とリブ間隔がほぼ同じであったため、载荷板直下の床版のみにコンクリートとリブとはく離が起り、この部分で床版がはり状化し、たわみが増大したが、リブ方向には連続的な分布を示したものと推定される。

载荷横断面におけるたわみ分布の変化状況を図-5 に示す。初期の载荷では、全断面有効の理論曲線に一致するが、载荷回数が増加すると、中央のリブ間のたわみが目立って大きくなる。これは、载荷板直下のリブ間のみ、コンクリートとFRPリブのはく離が発生し、床版支間方向に剛性が不連続となったことを明確に示している。しかし、18tf で 75 万回、さらに 21tf で 50 万回の载荷に対しても、活荷重たわみは、引張側コンクリート無視の理論たわみ程度であり、この時点でも、十分な剛性を保持しているといえる。

载荷横断面における残留たわみの分布の変化状況を図-6 に示す。図より、载荷板直下のリブ間のたわみのみが、くり返し回数の増加とともに、極端に増大している傾向が観察できる。これは、コンクリートとリブのはく離部で、ずれが発生し、このずれが、载荷回数の増大に伴って、残留するためと考えられる。

今回の実験では、载荷板直下のリブ間の床版のみに、ひび割れ、および、はく離などの損傷が集中し、この部分に若干の剛性低下が見られたものの、橋軸直角方向にリブを配置したFRP床版とほぼ同等の疲労耐久性を有していることが確認できた。

4. 結論 FRP型枠のリブを橋軸方向に配置した床版も、従来のFRP

型枠のリブを床版支間方向に配置した床版と同様に、RC床版に比べ、はるかに高い疲労耐久性を有しており、FRP合成床版を連続合成桁に適用した場合も、十分に高い疲労耐久性が期待できる。今回の実験では、FRPリブと圧縮側コンクリートのかぶり量が小さく、载荷点直下でFRPリブとコンクリート間にはく離が発生し、くり返し回数の増加と共に、はく離が進行し、若干の剛性低下が見られたが、この問題を改善すれば、より高い疲労耐久性が期待できるものと推測される。

参考文献

- 1) 松井・石崎・久保:FRP永久型枠を用いたRC床版の静的強度・疲労耐久性に関する研究、構造工学論文集、Vol.40A、1994
- 2) 石崎・久保・興地・松井:FRP合成床版の構造簡素化と長支間床版への適用性について、土木学会・鋼構造委員会・鋼橋床版の調査研究小委員会・第一回鋼橋床版シンポジウム講演論文集、1998

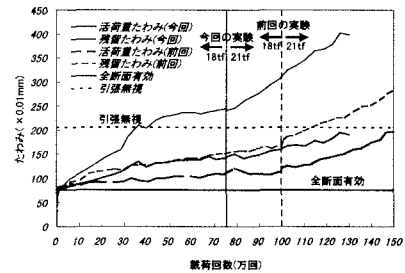


図-3 たわみ-サイクル曲線

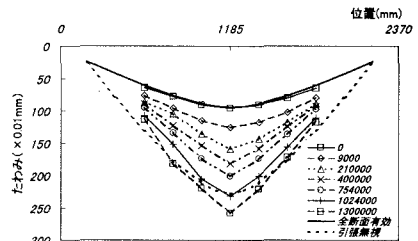


図-4 载荷縦断面におけるたわみ分布

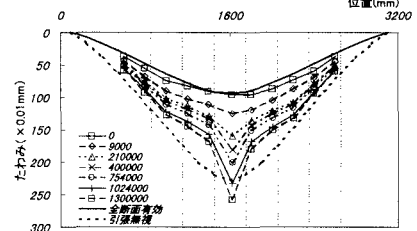


図-5 载荷横断面におけるたわみ分布

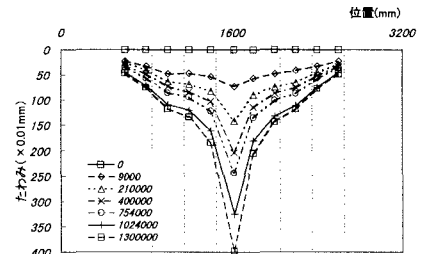


図-6 载荷横断面における残留たわみ分布