

小型輪荷重走行試験装置による PVA 繊維補強モルタル版の
疲労破壊に及ぼす輪荷重走行速度の影響

日本大学工学部
日本大学工学部
東京大学生産技術研究所

正会員 ○子田 康弘
正会員 岩城 一郎
正会員 岸 利治

1. はじめに

道路橋 RC 床版の疲労破壊に至る過程を実験室レベルで再現するには、輪荷重走行による荷重の移動繰返し載荷が可能な輪荷重走行試験機を必要とする。この試験機によって、床版に発生するひび割れとその進展、および押抜きせん断破壊に至る過程を解明できるようになった¹⁾。しかし、本試験の性質上、試験機や床版供試体は大型化し、輪荷重の走行速度も往復運動のため実際の車両走行速度に比して低速となる。このような大型の輪荷重走行試験機では再現が困難な床版の疲労破壊に及ぼす輪荷重走行速度の影響が評価可能な小型輪荷重走行試験装置を東京大学生産技術研究所で開発した。本研究では、この装置の有用性を確認するとともに、輪荷重走行速度が PVA 繊維補強モルタル版の疲労耐久性に及ぼす影響を検討した。



写真-1 小型輪荷重走行試験装置

2. 実験概要

写真-1 と写真-2 に小型輪荷重走行試験装置を示す。この装置は、回転盤と輪荷重載荷部から構成されており、円盤状の供試体を回転させることで輪荷重を一定速度で載荷することができる。本機の仕様は、直径 100mm の鉄輪により最大荷重 3kN までの載荷と主軸回転速度の制御が可能であり、散水による水張り試験も行える。

表-1 に、実験条件を示す。表より、本実験では回転速度(rpm)を 7 条件とした。このうち、120rpm では、N=2(他 N=1)とし、加えて水張り試験(N=1)も行った。なお、表中にある速度は、回転速度を軌道周長に基づき鉄車輪速度に換算した値である。表-2 に、供試体に用いた PVA 繊維補強モルタルの配合を示す。表より、モルタルには早強セメントを使用し、水セメント比(W/C)を 60%とし、モルタルフローが 210mm±10mm となるよう 1 バッチ(2 リットル)当たりの水量を 0.610kg とした。また、PVA 繊維は体積比で 1%(外割)

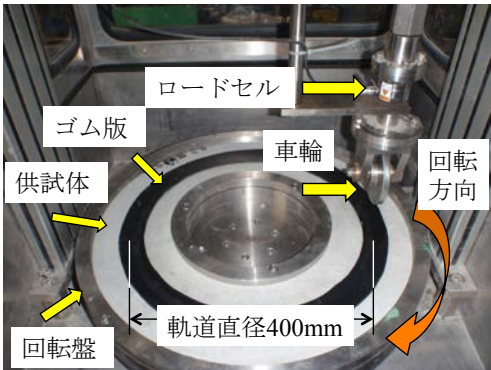


写真-2 輪荷重走行試験部

表-1 実験条件

回転速度 (rpm)	30	45	60	120	180	240	300
速度 (km/h)	2.26	3.39	4.52	9.04	13.6	18.1	22.6

表-2 PVA 繊維補強モルタルの配合(2リットル)

W/C (%)	W (kg)	C (kg)	S (kg)	PVA 繊維 (kg)
60	0.61	1.02	2.72	0.026

を混入した。図-1 に供試体形状を示す。図より、供試体形状は、外径 550mm、内径 250mm、厚さ 10mm の円盤形状の供試体である。供試体は、20℃の水中養生 7 日間の後、気中養生とした。試験日材齢は、14 日であり、水張り試験は試験前日に水中浸漬を行い(24 時間)実施した。載荷試験は、静的載荷試験と輪荷重走行試験を行った。静的載荷試験の目的は、静的破壊荷重を調べるためであり、輪荷重走行試験は破壊荷重の 25%相当を輪荷重として載荷した。計測項目は、荷重と鉄輪の変位、および破壊までの輪荷重走行時間である。輪荷重走行試験では、供試体の不陸整正および鉄輪と供試体間の緩衝を目的に軌道上に厚さ 1mm のゴム版を接着した(写真-2 参照)。

キーワード 疲労破壊, 輪荷重, 輪荷重走行速度, PVA 繊維補強モルタル版, 水張り試験

連絡先 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原 1 TEL 024-956-8721

3. 実験結果及び考察

まず、圧縮強度は、51.2MPa、変動係数 2.78%であり、バッチ間のばらつきは十分に小さいことを確認している。

図-2 に静的載荷試験の荷重-変位関係を示す。静的載荷試験は、 $N=3$ で行った。図より、荷重 1.5kN 付近でひび割れが発生し、変位の増加が大きくなるがその後も荷重は増加しており、PVA 繊維を混入したことで最大荷重付近においては若干のじん性が期待できる結果を得た。平均最大荷重は、約 2.8kN となったことから、輪荷重としては 0.7kN を設定した。

図-3 に輪荷重試験中の荷重変動の一例として 300rpm 時を示す。図より、輪荷重走行中の荷重は、一定の状態で推移してはおらず、輪荷重の変動の平均値 δ が 0.67kN(図中の実線)であり、標準偏差 σ は 0.091kN であった。しかし、変動の範囲はほぼ $\delta \pm 2\sigma$ kN(図中の点線)となり、荷重変動を考慮することで概ね設定荷重 0.7kN を満足するものと考えられる。この荷重変動の傾向は、他の回転数でもほぼ同様であることを確認しており、小型輪荷重走行試験装置の特性と解釈でき、課題とされていた衝撃による影響は小さいと判断される。

図-4 に疲労破壊に達した走行回転数と回転速度(rpm)の関係を示す。図より、60rpm から 300rpm の範囲では回転速度が増加するに従い走行回数が減少する傾向であった。ただし、30rpm の走行回転数は、60rpm より小さい結果となっており、徐行程度の低速領域の挙動については今後実験回数を増やし検討する予定である。次に、図中の実線は 30rpm の値を除いた回帰曲線であり、この曲線の相関係数 r^2 は 0.88 と両者の関係が極めて高い相関性を示した。これより、本実験の範囲において、輪荷重走行速度が増すにつれ輪荷重を受ける版状の供試体は疲労耐久性が低下する可能性が示唆された。これに加えて水張り試験を行った供試体(120rpm)の走行回転数は、乾燥状態の供試体の 1 割程度と大幅に減少しており、疲労耐久性には水の存在も大きく影響する結果を本試験装置によっても確認された。

4. まとめ

本研究において、小型輪荷重走行試験装置を用いた PVA 繊維補強モルタル版の疲労破壊に及ぼす輪荷重走行速度の影響を検討した。その結果、走行時の変動荷重をある程度抑えることが可能となり、本試験機の有用性が確認された。そして、PVA 繊維補強モルタル版は、回転速度が増えるにつれ走行回数が減少するという傾向を示し、輪荷重走行速度が疲労耐久性に影響する可能性が示唆された。今後は、水の影響と、鉄筋コンクリート版を模擬した供試体による破壊時走行回数との関係を詳細に究明する予定である。

参考文献 1) 松井繁之(2007)：道路橋床版 設計・施工と維持管理，森北出版

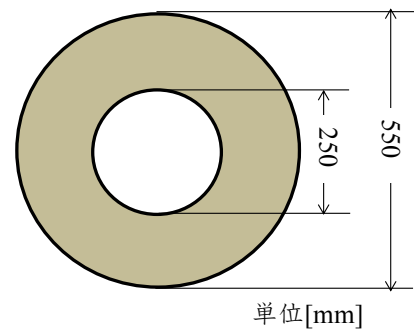


図-1 供試体形状

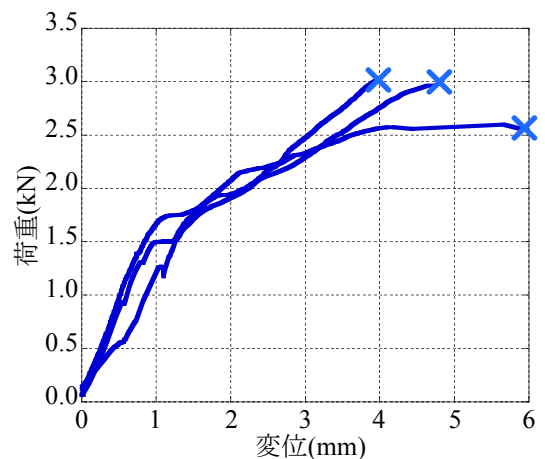


図-2 荷重-変位関係(静的載荷試験)

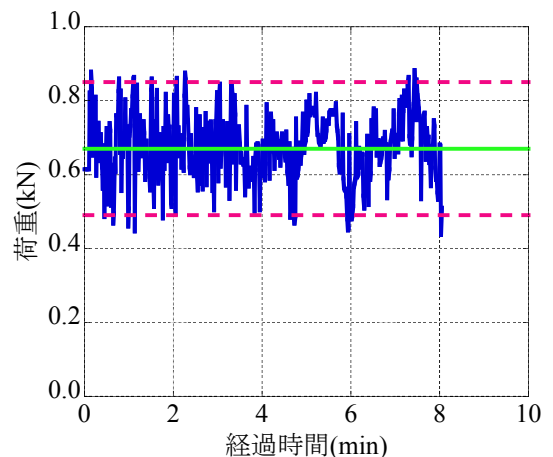


図-3 試験中の荷重変動(300rpm)

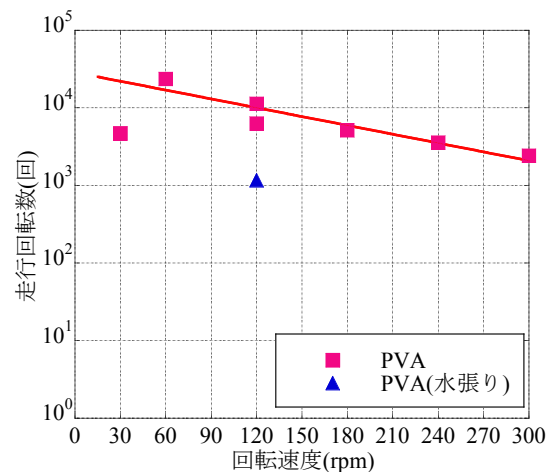


図-4 走行回転数と回転速度の関係