

小型輪荷重試験装置によるモルタル版の疲労破壊に及ぼす輪荷重走行速度の影響

日本大学工学部土木工学科 学生会員 ○高玉 祐斗
日本大学工学部土木工学科 石田 賢太郎
日本大学工学部 正会員 子田 康弘
日本大学工学部 正会員 岩城 一郎

1. はじめに

道路橋鉄筋コンクリート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試験装置を東京大学生産技術研究所 岸利治教授が開発した。本研究では、この装置の有用性を確認するとともに、輪荷重走行速度がモルタル版の疲労耐久性に及ぼす影響を検討した。

2. 実験概要

写真-1と写真-2に小型輪荷重試験装置を示す。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。仕様としては、直径100mmの鉄輪により最大荷重3kNまでの載荷と主軸回転数の制御が可能であり、散水（水張り）状態の試験も行える。

実験条件を表-1に示す。表より、本実験は、供試体としてモルタルとPVA繊維混入モルタルの2種類とし、回転数（rpm）を5条件とした。なお、表中にある速度は、回転数の鉄車輪速度換算値である。供試体に用いたモルタルの配合と供試体形状を表-2と図-1に示す。表より、モルタルの配合は早強セメントを用い、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。図より、供試体形状は、外径550mm、内径250mm、厚さ10mmの円盤供試体である。この供試体は、型枠への打込み後、湿布養生を1日間、20℃の水中養生を6日間、気中養生を7日間行い、載荷試験を材齢14日で実施した。載荷試験は、静的載荷試験と輪荷重走行試験からなる。静的載荷試験は、静的載荷によりモルタル版破壊に至る荷重と変位の関係を調べるものであり、輪荷重走行試験はここで得られた破壊荷重の25%相当を輪荷重として載荷することとした。載荷試験における計測項目は、ロードセルによる荷重と高感度変位計による鉄輪の変位、および破壊までの輪荷重走行時間である。なお、輪荷重走行試験に際しては、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）。



写真-1 小型輪荷重走行試験装置

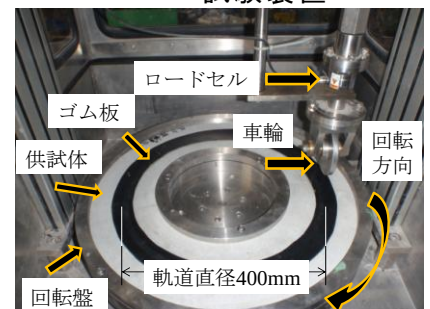


写真-2 試験装置載荷部

表-1 実験条件

供試体	プレーン版, PVA繊維混入版				
回転数 (rpm)	15	30	45	60	120
速度 (km/h)	1.13	2.26	3.39	4.52	9.04

表-2 モルタルの配合表 (2リットル)

供試体	W/C(%)	W (kg)	C (kg)	S (kg)	PVA繊維 (kg)
プレーン	60	0.610	1.017	2.719	-
PVA繊維入り					0.026

キーワード：疲労破壊，輪荷重，走行速度，モルタル版，PVA繊維混入モルタル版

連絡先：郡山市田村町特定字中河原 1 番地 TEL 024-956-8721

3. 実験結果

プレーンモルタル版の圧縮強度は、平均 55.6MPa、標準偏差 1.93MPa、変動係数 3.47%、PVA 繊維混入モルタル版の圧縮強度は、51.1MPa、標準偏差 1.86MPa、変動係数 3.63% 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た。

図-2に静的載荷試験の結果として荷重 - 変位関係を示す。図より、静的載荷試験は、3 供試体で行った。プレーンモルタル版の平均最大荷重は、2.3kN であり、輪荷重として 0.6kN を設定した。無補強モルタル版のため最大荷重到達後、脆性的に破壊した。また、PVA 繊維混入モルタル版の平均最大荷重は、2.8kN であり、輪荷重として 0.7kN を設定した。PVA 繊維を混ぜたことにより若干じん性が期待できる結果となった。

図-3に輪荷重試験中の荷重変動の一例としてプレーンモルタル版の 60rpm 時を示す。図より、輪荷重の変動の平均値 δ は 0.64kN であり、標準偏差 σ は 0.078kN である。変動の範囲はほぼ $\delta \pm 2\sigma$ kN となり、概ね設定荷重 0.6kN を満足していた。図中に平均値を実線、変動範囲を破線で示す。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、小型輪荷重試験装置の特性と判断され、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にモルタル版における疲労破壊に達した走行回数と回転数の関係を示す。図より、プレーンモルタル版では回転数が増加するに従い走行回数が減少するような傾向を示さず、ばらつきが多い結果となった。これは無補強モルタル版のため軽微な損傷からそのまま脆性破壊につながったためと考えられる。PVA 繊維混入モルタル版は、3 供試体試験を行い、回転数が増加するに従い走行回数が減少するような傾向があった。これは、じん性に富む PVA 繊維を混入したことにより、ひび割れ後のぜい性破壊を抑制したためと思われる。

4. まとめ

本研究において、小型輪荷重試験装置を用いた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。無補強モルタル版では回転数が増えるにつれ走行回数が減少していくという傾向は得ることができなかったが、PVA 繊維混入モルタル版は、回転数が増えるにつれ走行回数が減少して傾向が示唆された。今後は、PVA 繊維混入モルタル版の回転数と破壊時走行回数との関係を詳細に究明する予定である。

謝辞：本研究の実施に当たっては、東京大学生産技術研究所 岸利治教授の御指導を受けた。ここに記して謝意を表します。

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

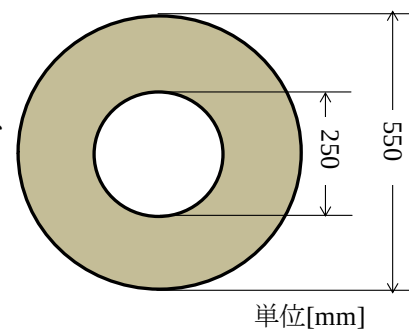


図 -1 供試体形状

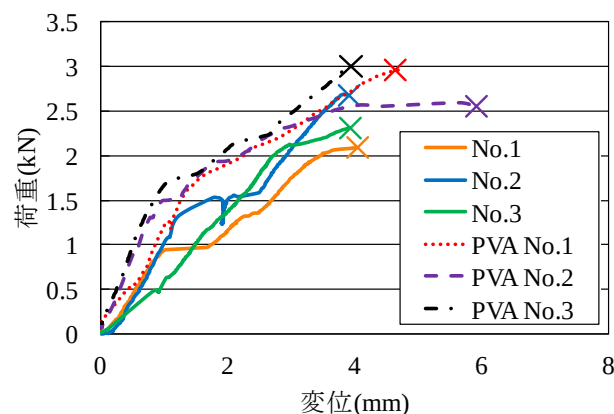


図-2 荷重 - 変位関係 (静的載荷)

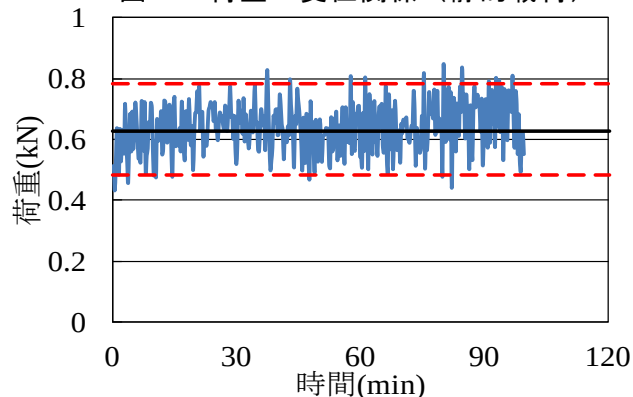


図 -3 プレーン 60rpm 時の荷重変動

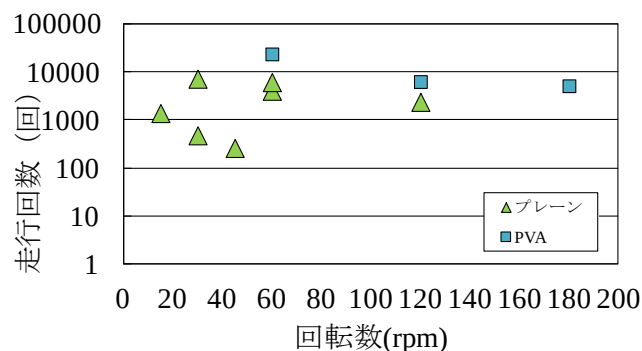


図 -4 走行回数と回転数の関係

今後は、PVA 繊維混入モルタル版の回転数と破壊時走行回数との関係を詳細に究明する予定である。