

小型輪荷重走行試験機を用いたモルタル版の
疲労耐久性に及ぼす水と輪走行速度の影響評価

日本大学工学部 学生会員 ○前島 拓
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 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、輪荷重走行試験機を用いた疲労試験が主とされている。しかし、試験の性質上、試験機や供試体が大型化し、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よりも低速となる。本研究では、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用い、水と輪荷重走行速度がモルタル版の疲労破壊に及ぼす影響を検討した。

2. 実験概要

写真-1 と写真-2 に小型輪荷重走行試験機を示す。この試験機は、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、散水(水張り)状態の試験も行える。表-1 に回転数(rpm)条件を示す。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を表-2 に示す。本実験では、供試体として練り混ぜ時に PVA 繊維(繊維長 12mm)を混入したモルタル版(以下、PVA 繊維版)と、PVA 繊維よりも引張抵抗性の高い鋼繊維(繊維長 30mm)を混入したモルタル版(以下、鋼繊維版)を使用した。そして、早強セメントを用い、水セメント比(W/C)を 60%とした。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 の円盤供試体である。輪荷重走行試験は PVA 繊維版の静的載荷試験によって得られた最大荷重の 25%相当を輪荷重として載荷することとし、0.6kN に設定した。輪荷重走行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。水張り試験は、走行回数 300 回ごとに荷重を除荷し回転を止め、2 時間の湛水時間を設けた。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)。水張り試験ではゴム版を部分的にエポキシ樹脂接着剤により接着したが、輪直下は供試体と接着しておらず、水の浸入を妨げないように留意した(図-1 参照)。



写真-1 小型輪荷重走行試験機

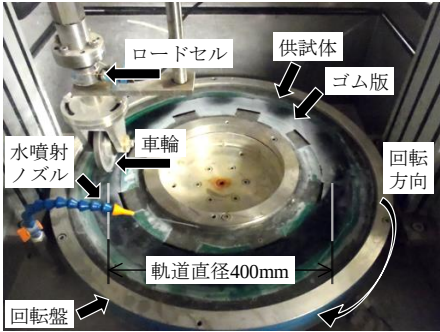


写真-2 試験装置載荷部

表-1 回転数条件

回転数 (rpm)	30	60	120	180	240	300
速度 (km/h)	2.26	4.52	9.03	13.55	18.06	22.58

表-2 配合表

供試体	W/C (%)	W (kg)	C (kg)	S (kg)	PVA 繊維 (kg)	鋼繊維 (kg)
PVA 繊維版	60	0.61	1.017	2.719	0.026	-
鋼繊維版					-	0.020

キーワード: 疲労破壊, 水張り, 輪荷重, 輪走行速度, モルタル版
連絡先: 福島県郡山市田村町徳定字中河原1番地 TEL 024-956-8721

3. 実験結果及び考察

圧縮強度は、平均 51.1MPa、変動係数が 3.8%であり、両供試体ともにバッチ間のばらつきがほとんどないことを確認している。輪荷重試験中の荷重は、荷重変動は、乾燥状態、水張り状態ともに実験条件とした回転数では $\delta \pm 2\sigma kN$ の範囲であり、設定荷重 0.6kN を満足していると判断した。

写真-3 に、60rpm 時の乾燥状態と水張り状態の PVA 繊維版下面の破壊状況を示す。写真より、両状態ともに車輪直下と円周直角方向にひび割れが発生し、最終的に押し抜かれて破壊したことが分かる。なお、両状態ともに本実験で設定した回転数の大小に関わらず、全ての供試体で同様な破壊を示した。

図-2 に、PVA 繊維版および鋼繊維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、乾燥状態の PVA 繊維版は、速度が増加するに従い疲労破壊走行回数が減少するという昨年度¹⁾の再現性が確認された。そして、疲労破壊走行回数と回転数の関係は、対数軸上で線形関係にあり、輪走行速度が速くなるとモルタル版の疲労耐久性が低下する傾向を示した。これに対して水張り状態では、本実験の回転数によらず、走行回数が 1000 回転前後で破壊した。乾燥状態に対する疲労破壊走行回数の減少は、低速ほど明確であったが、速度が増すと乾燥状態の走行回数との差が小さくなった。つまり、PVA 繊維版では、水張り状態の輪走行速度の影響が明確に表れない傾向を示した。次に、鋼繊維版は、乾燥状態の 60rpm 時で PVA 繊維版と同等の走行回数で破壊した。水張り状態では、60rpm と 300rpm の比較より、300rpm の方が疲労破壊走行回数は減少しており、水張りにおける速度の影響が表れていると示唆された。今後も鋼繊維版による回転数をパラメータとした試験を継続し、PVA 繊維版との比較を行い、速度の影響を検討する。

4. まとめ

本実験の範囲内では、乾燥状態の場合、回転数が増加するに従って疲労破壊走行回数が減少する傾向がみられ、輪走行速度がモルタル版の疲労耐久性に影響することが示された。水張り状態は、乾燥状態よりも同一速度の疲労破壊に至る走行回数が減少する傾向を示したが、PVA 繊維版の場合、破壊する回数に明確な違いは認められなかった。鋼繊維版は、限られた条件ではあるが速度の増加で疲労破壊走行回数が減少した。このように混入繊維の種類による架橋効果の違いが本実験に影響すると考えられた。今後は、輪走行速度をこれまでよりも速くした条件も加えモルタル版の疲労耐久性に与える水と輪走行速度の影響を検討する予定である。

謝辞：本研究は、東京大学生産技術研究所 岸利治教授の研究室で開発された小型輪荷重走行試験機を用いて行った。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 子田康弘, 岩城一郎, 岸利治 (2012): 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, 平成 24 年度土木学会全国大会, V-299

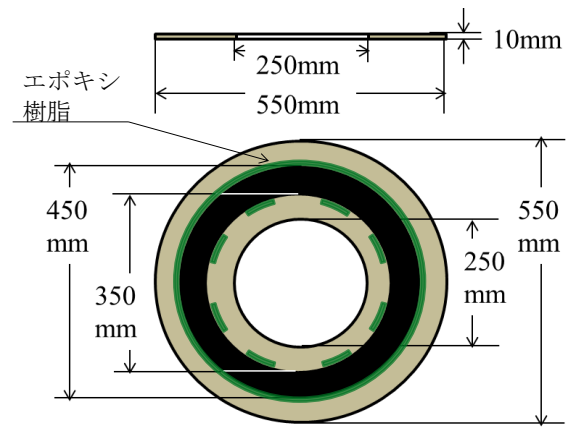


図-1 供試体形状

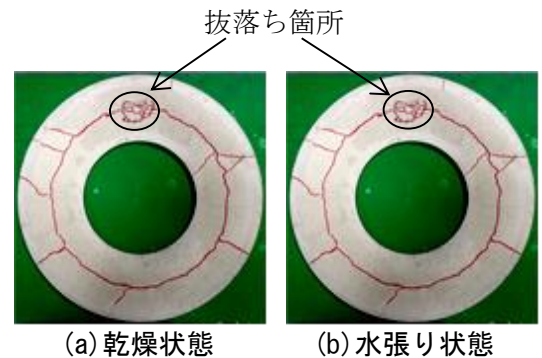


写真-3 下面破壊状況(PVA 繊維混入モルタル)

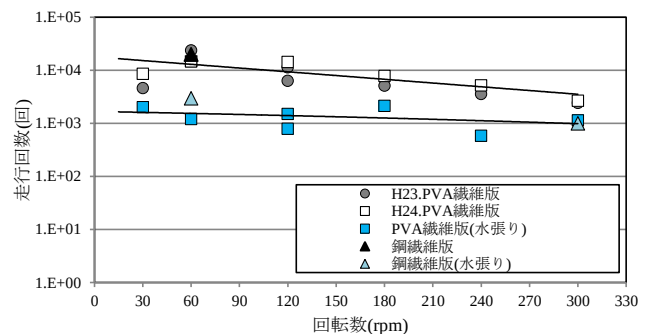


図-2 疲労破壊走行回数-回転数