

高速条件下における水と輪走行速度がモルタル版の耐疲労性に及ぼす影響

日本大学 学生会員 ○三浦 優人
日本大学 正会員 子田 康弘
日本大学 正会員 岩城 一郎

1. はじめに

近年、RC床版の耐疲労性に関する研究は精力的に行われているものの、輪走行速度がRC床版の耐疲労性に与える影響を研究した例は少ない。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、既往の研究¹⁾よりも輪走行速度を高速とした条件下における乾燥状態と水張り状態の疲労試験を行った。これより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。

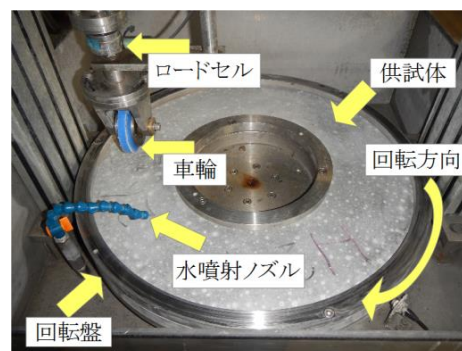


写真-1 試験装置載荷部
表-1 回転数条件

回転数 (rpm)	300	420	540	660	780	900
速度 (km/h)	22.6	31.6	40.6	49.7	58.7	67.7

2. 実験概要

写真-1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の速度で載荷することができる。そして直径90mmの車輪により最大荷重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。表-1に、実験条件である回転数(rpm)を示す。表より、回転数は300rpm～900rpmの範囲で6条件設定した。なお、表中にある速度は回転数の輪走行速度換算値である。表-2に、本実験で使用したモルタルの配合を示す。

表-2 配合表

供試体	W/C (%)	W (kg)	C (kg)	S (kg)	鋼繊維 (kg)
鋼繊維入り	60	0.610	1.017	2.719	0.200

モルタルは、W/Cを60%とし、セメントには早強セメントを用いた。また、昨年度と同様に練混ぜ時において鋼繊維(繊維長30mm)を混入した。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、材齢14日目に試験を実施した。水張り試験の供試体は、試験の前日に24時間程度の浸漬時間をおいた。輪荷重走行試験は、静的載荷試験によって得られた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車輪の変位、および破壊までの輪荷重走行時間である。昨年度までの研究より、900rpmの高速回転を達成するための課題は、300rpmを超えた回転数で生じる過大な荷重変動を抑える工夫であった。これまでの供試体の不陸整正および車輪と供試体間の緩衝を目的とする軌道上の厚さ1mmのゴム版の接着と鉄車輪では課題を克服することができず、今年度は、車輪を鉄車輪からMCナイロン製車輪に変更し、直に輪荷重を載荷する方式とした。なお、水張り試験では、散水状態で10000回走行した後、輪荷重によって生じたひび割れに水が浸透する時間を設けるために、荷重を除荷し回転を止めて1時間の湛水時間をおいた。その後、再度散水状態で輪荷重走行試験を10000回行うといったサイクルを疲労破壊するまで実施した。

3. 実験結果および考察

まず、供試体の圧縮強度は、平均で49.0MPa、変動係数は4.5%であり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。図-1に、300rpmと900rpmにより輪走行を行った際の荷重変動を示す。図より、300rpmの平均荷重は0.65kNで変動係数9.4%、一方、900rpmの平均荷重は0.64kNで変動係数11.2%と多少900rpmの方がばらつくが、回転数は3倍違うものの変動は小さく、MCナイロン製車輪としたことで荷重変動は抑制されたと判断している。なお、本実験における荷重変動は全ての回転数において、乾燥状態、水張り状態ともに $\delta \pm 2\sigma$ kNの範囲であり、設

キーワード 耐疲労性、輪走行速度、湛水、モルタル

連絡先 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原1番地 日本大学工学部土木工学科 TEL024-956-8721

定荷重 0.6kN を満足していた。図-2 に、疲労破壊に達した走行回数と回転数の関係を示す。なお、図中には昨年度の実験結果も併記している。図より、まず、同一回転数による昨年度の結果と今年度の結果を比較すると今年度の方が疲労破壊回数は増加している。これは荷重変動が抑えられつつ、ナイロン製の車輪が走行することで衝撃等が緩和されたためと考えられる。今年度の実験においても、昨年度までと同様に乾燥状態で疲労試験を実施した供試体は、回転数が増加するに従って疲労破壊に至る走行回数が減少するといった傾向を示しており、载荷条件を変更したものの輪走行速度の増加によって耐疲労性が低下する傾向は再現性された。図中の回帰直線に着目すると昨年度よりもその傾きが大きくなっており、輪走行速度の影響がより明確に示された。次に、水張り状態は、昨年度の実験結果では回転数の増加に伴う耐疲労性の低下は認められなかったが、今年度はこれとは異なり、乾燥状態と同様に回転数が増加するに従って走行回数が減少する結果を示した。また、同じ回転数で比較すると、水張り状態では乾燥状態の約 1/10 程度の走行回数で破壊に至る結果を示し、その傾向は大凡ではあるが回転数を問わず同様だった。これより水張り状態で輪荷重走行試験を行った場合、RC 床版の耐疲労性が低下するように、モルタル版においても耐疲労性に及ぼす水の影響を確認した。写真 - 2 に、300rpm と 900rpm 時の乾燥状態と水張り状態の破壊状態を示す。写真より、乾燥状態、水張り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、最終的に輪走行直下が押抜かれて破壊に至った。また速度が速くなるにつれ破壊状態が激しくなるような傾向があり、円周直角方向のひび割れも速度が速い方がその本数が多い結果となった。このように、水と輪走行速度はモルタル供試体の耐疲労性に影響を及ぼすものと考えられた。

4. まとめ

本実験の範囲内より、高速条件下においても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示され、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わかった。また、水張り状態では、いずれの回転数においても乾燥状態の1/10程度の走行回数で破壊する傾向を示し、モルタル版においても水の作用は耐疲労性を低下させる要因になることがわかった。このように、小型輪荷重試験装置の改良が完了したことから、今後は多くの供試体によるパラメトリックスタディーが可能という特徴を生かし、防水剤を塗布した供試体における疲労作用下の防水効果や疲労を受ける部材に対する最適な繊維混入量といった疲労作用下の構造材料評価に活用する予定である。

謝辞：本研究の一部は、日本国土開発株式会社との共同研究として実施致しました。ここに記し、謝意を表します。

【参考文献】

- 1) 前島拓他 (2013):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, 土木学会第68回年次学術講演会, V-136

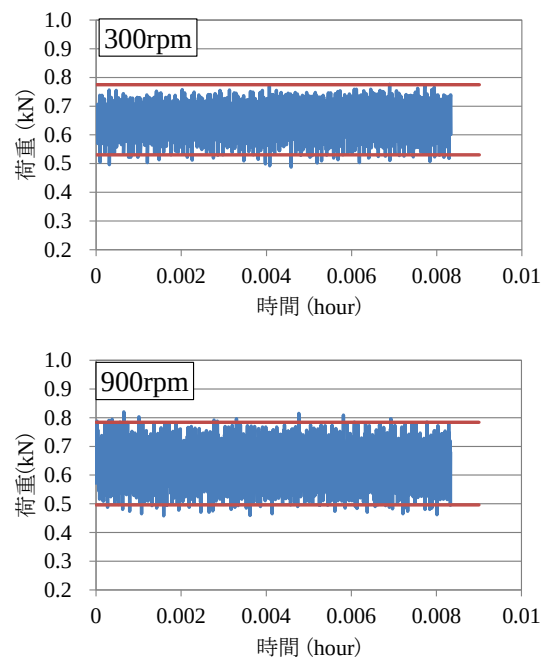


図-1 荷重変動(300rpm,900rpm)

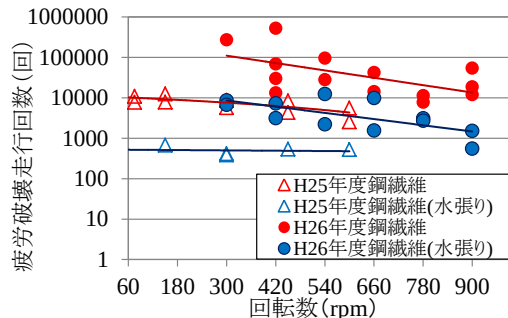


図-2 走行回数 - 回転数

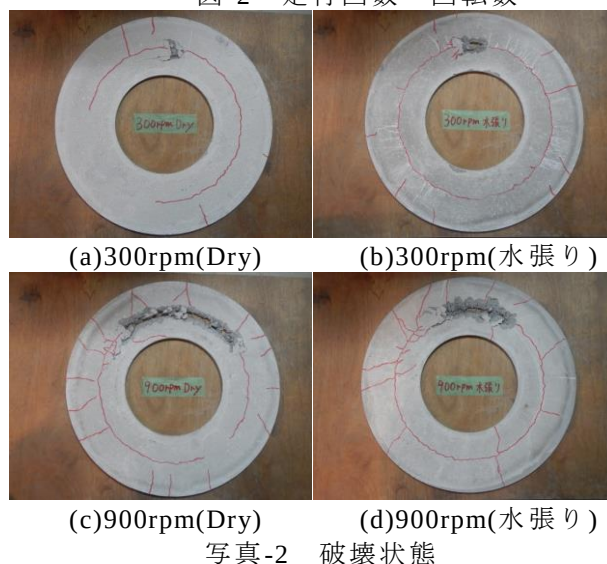


写真-2 破壊状態