

小型輪荷重走行試験機を用いた RC 床版の疲労耐久性評価

橋本 雅行・菊地 新平・松本 政徳

道路橋における RC 床版の疲労耐久性の評価について、既往の S-N 曲線に基づく、実物大モデルを用いた輪荷重走行試験による評価が一般的である。本検討では、実験の効率化を目的として、試験を小規模化させること、もしくは実物大モデル評価の前段階の要素試験方法を確立させることは意義があると考え、小型輪荷重走行試験機を用いた縮小モデルによる疲労耐久性の評価を検討した。本稿では、2/5 モデルの RC 床版試験体において、小型輪荷重走行試験機の適用性を確認した結果を報告する。

キーワード：小型輪荷重走行試験機、道路橋、RC 床版、縮小モデル、疲労耐久性

1. はじめに

道路橋の RC 床版は、輪荷重を直接支える部材であり、疲労の影響を受けやすいことが知られている。疲労耐久性の評価については、既往の S-N 曲線¹⁾に基づく、実物大モデルを用いた輪荷重走行試験による評価が一般的である。一方で、実物大モデルでの評価は、試験が大規模になり、使用材料・補強有無・劣化要因などのパラメータを細かく振り分けることが困難になることが多い。そこで、実験の効率化を目的として、試験を小規模化させること、もしくは実物大モデル評価の前段階の要素試験方法を確立させることは意義があると考え、小型輪荷重走行試験機を用いた縮小モデルによる疲労耐久性の評価を検討することとした。

2. 試験概要

本検討に用いた小型輪荷重走行試験機を写真—1に示す。この試験機は、電動クランク駆動方式で、最大で 39.2 kN の輪荷重を負荷することが可能であり、走行範囲は 1.0 m である。また、標準的な試験速度は毎分 15 往復であり、1 日あたり 4 万回の走行が可能な試験機である。縮小モデルについては、既往研究²⁾を参考にしたことと、試験機の性能を考慮して 2/5 モデルとした。本検討では、小型輪荷重試験機を用いて既往の S-N 曲線に近い結果が得られるか否かの確認と、試験体上面に増厚補強した場合の疲労耐久性向上効果を評価できるか否かの確認を行った。



写真—1 小型輪荷重走行試験機

3. 試験方法

検討した 2/5 モデルの諸元を表—1 に示す。縮小モデルの対象とした実物大モデルの諸元については、昭和 39 年制定の道路橋示方書に準じて製作した床版試験体において、輪荷重走行試験により疲労耐久性の評価を行った既往研究³⁾の諸元を用いた。使用した鉄筋の種類は SD295 とした。なお、コンクリートの最大骨材寸法はかぶりより小さくするために 13 mm とし、配合は 18-12-13N とした。

輪荷重走行試験は、乾燥条件で実施するものとし、試験荷重が異なる無補強の場合の 3 ケース（無補強：19.6 kN, 29.4 kN, 39.2 kN）、試験機最大荷重で増厚補強した場合の 1 ケース（増厚補強：39.2 kN）の計 4 ケースにおいて実施した。増厚補強のケースは、硬化前の無補強試験体の上面に凝結遅延剤を散布した後、高圧洗浄により洗出し面を形成し、接着剤を使用

せずに湿潤状態において、セメント系モルタルを20 mmの厚さで打ち継いだケースとなる。

載荷方法は、走行範囲に複数の載荷ブロックを敷き並べて、ベニヤ板と鋼板を設置して軌道を構築し、軌道上を鉄輪で連続往復走行させる方法とした。1つの載荷ブロックは、道路橋示方書に示される載荷面積(500 mm×200 mm)の2/5の載荷面積(200 mm×80 mm)のものを使用した。支持条件については、支持間隔は960 mmとし、走行方向(長辺方向)の2辺を単純支持、走行直角方向(短辺方向)の2辺を弾性支持とした。また、試験体の浮き上がりを防止するために、試験体の4隅に浮き上がり防止用治具を設置した。

4. 試験結果

輪荷重走行試験の結果一覧を表-2に示す。圧縮強度と静弾性係数は、試験開始時の値であり、押抜きせん断耐荷力(P_{sx})は、既往の梁状化した押抜きせん断耐荷力の算定式¹⁾と試験体諸元から算出した。破壊走行回数は、試験体下面に亀甲状のひび割れが生じた状態において、試験体上面が圧壊して押抜きせん断破壊が生じた走行回数となる。結果として、無補強のケースでは、試験荷重が大きい順で走行回数が少なくなり、増厚補強をしたケースでは、試験機最大荷重(39.2 kN)における無補強のケースと比較し、走行回数が58.5倍(269,000/4,600)になった。

破壊走行回数と床版たわみの関係を図-1に示す。試験荷重19.6 kNの無補強のケースでは、初期のたわみ増加はみられたものの、500万回付近までは緩やかな漸増傾向を示し、その後徐々に勾配は大きくなり、600万回を超えたあたりから急増傾向がみられた。同

様に、試験荷重29.4 kNの無補強のケースは30万回付近まで、試験荷重39.2 kNの増厚補強したケースは20万回付近までは漸増傾向を示していた。試験荷重39.2 kNの無補強のケースにおいては、漸増傾向は確認されず、試験開始直後にたわみが急増して破壊に至る結果となった。

試験終了後において、試験体上下面および切断面の

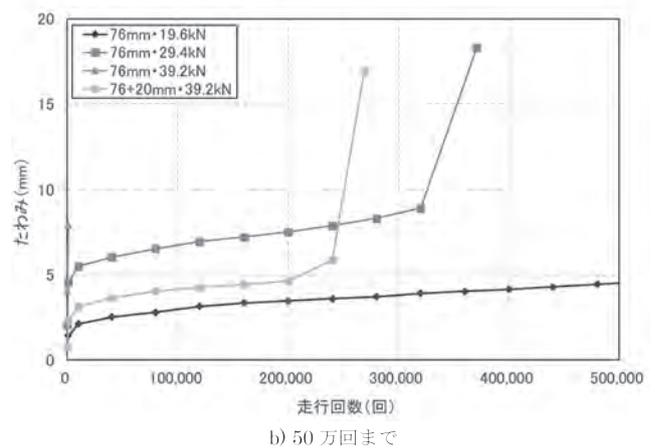
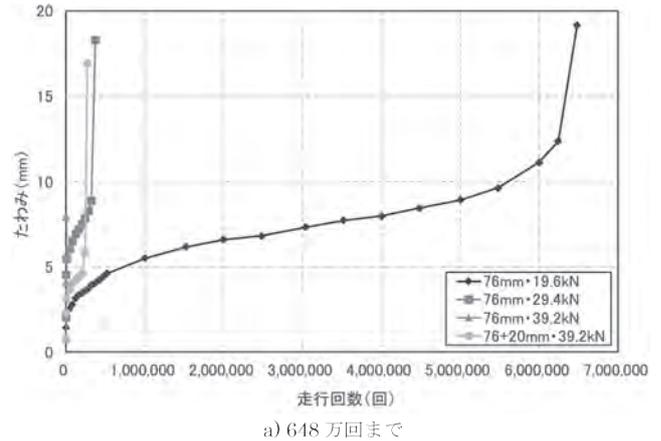


図-1 破壊走行回数と床版たわみの関係

表-1 2/5モデルのRC床版試験体の諸元

試験体	寸法			主鉄筋			配力筋		
	長さ	幅	厚さ	鉄筋径	間隔	有効高	鉄筋径	間隔	有効高
	mm	mm	mm		mm	mm		mm	mm
実物大モデル (S39)	4,500	2,800	190	D16	150 (300)	160 (30)	D13	300 (300)	146 (43)
2/5モデル	1,370	1,200	76	D6	60 (120)	58 (18)	D6	120 (120)	54 (22)

※ () 内は上側鉄筋の諸量

表-2 輪荷重走行試験の結果一覧

試験体	床版厚	試験荷重 (P) (kN)	圧縮強度 (N/mm ²)	静弾性係数 (kN/mm ²)	押抜きせん断耐荷力(P _{sx}) (kN)	破壊走行回数 (回)
No.1	76 mm	19.6	21.6	16.7	46.2	6,480,000
No.2		29.4	22.5	15.7	48.1	370,000
No.3		39.2	21.1	16.1	45.9	4,600
No.4	増厚補強 76 mm + (20 mm)	39.2	21.7 (64.2)	16.6 (32.5)	46.4	269,000

※1 () 内は増厚層の諸量 ※2 No.4のP_{sx}は補強前の値

観察を行った結果を図-2に示す。その結果、上面は押抜きせん断破壊に伴う円弧状のひび割れ、下面は亀甲状のひび割れが確認された。切断面においては、載荷ブロック両端部の直下近傍から、支点部に向かって斜めせん断ひび割れが生じていることも確認され、

実物大モデルに近い破壊形態であったことを確認した。

本検討で得られた荷重比 (P/P_{sx}) と破壊走行回数との関係を整理した結果を図-3に示す。図中には既往のS-N曲線も併記している。その結果、無補強のケースは既往のS-N曲線と概ね近い箇所にプロットがな

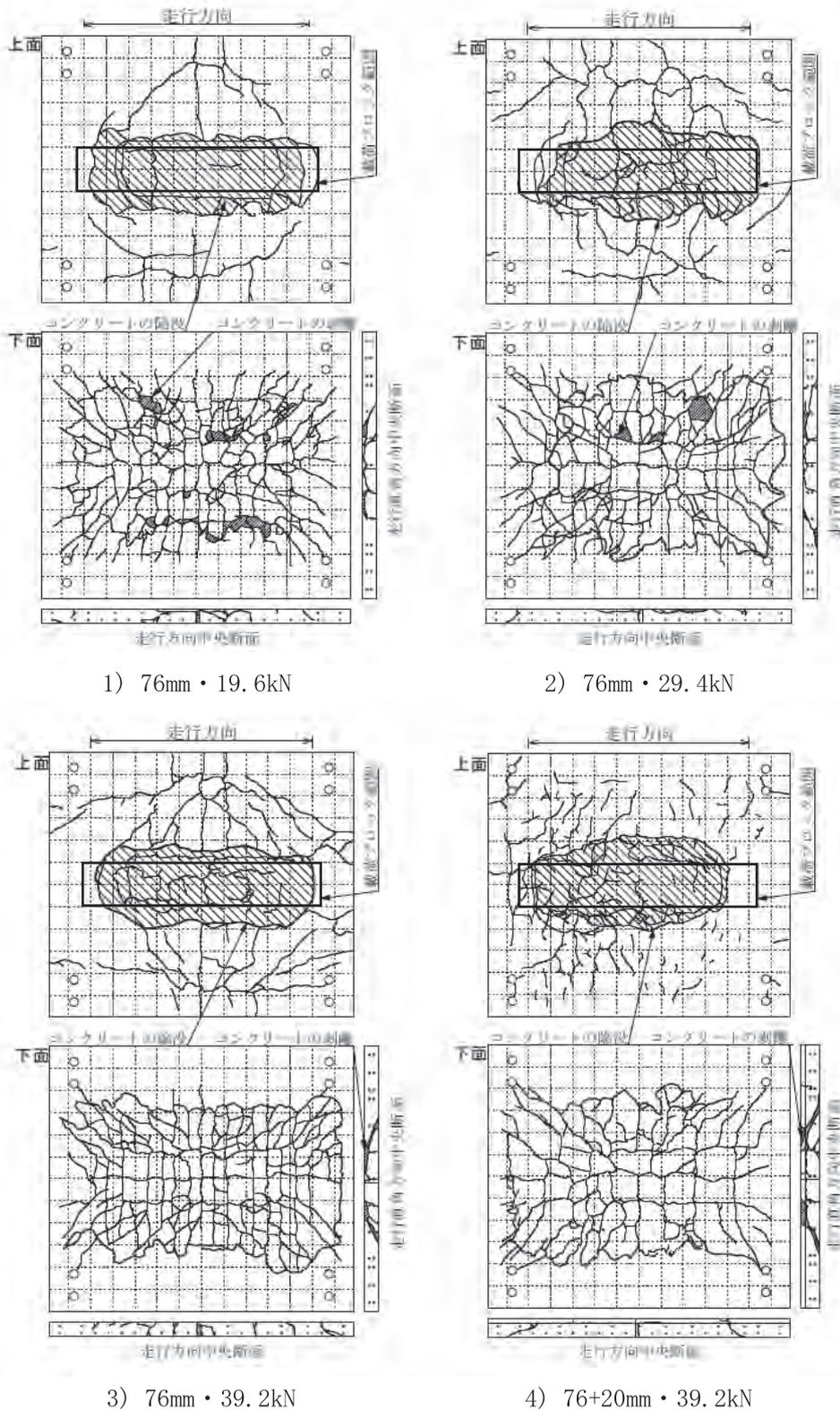
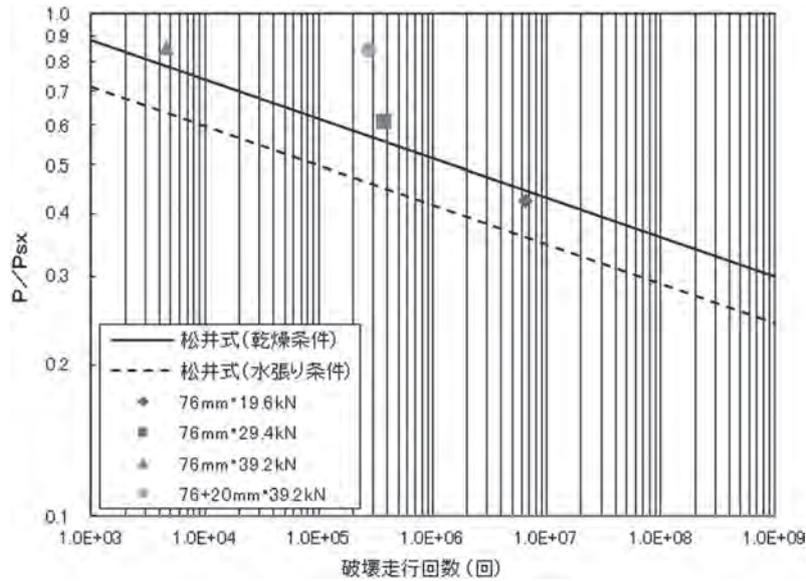


図-2 試験終了後のひび割れ観察結果 (上面・下面・断面)



図一三 破壊走行回数と荷重比 (P/Psx) の関係

され、既往の S-N 曲線と相関があることを確認した。また、無補強試験体を増厚補強することによる疲労耐久性向上効果についても示すことができた。

3) 国土技術政策総合研究所：道路橋床版の疲労耐久性に関する試験，国総研資料 第 28 号，2002

5. おわりに

本検討では、2/5 モデルの RC 床版試験体について、小型輪荷重走行試験機を用いた疲労耐久性の評価を行い、既往の S-N 曲線に近い結果を得られることを確認し、試験体上面に増厚補強した場合の疲労耐久性向上効果を定量的に評価できる可能性を示すことができた。今後、更にデータを蓄積し、小型輪荷重走行試験機の適用性を確認するとともに、道路橋 RC 床版の性能評価に寄与できるように検討を継続する予定である。

JCMA

《参考文献》

- 1) 松井繁之：道路橋床版 設計・施工と維持管理，森北出版，2007
- 2) 角間恒，佐藤孝司，西弘明，松井繁之：縮小 RC 床版供試体を使用した輪荷重走行試験，第九回道路橋床版シンポジウム論文報告集，2016

【筆者紹介】



橋本 雅行 (はしもと まさゆき)
 (一社) 日本建設機械施工協会
 施工技術総合研究所
 研究第二部
 副主幹



菊地 新平 (きくち しんぺい)
 (一社) 日本建設機械施工協会
 施工技術総合研究所
 研究第二部
 研究員



松本 政徳 (まつもと まさのり)
 (一社) 日本建設機械施工協会
 施工技術総合研究所
 研究第二部
 技術主幹