

載荷方式の違いが軌道用コンクリート部材の疲労特性に与える影響

(財) 鉄道総合技術研究所 正会員 ○高橋 貴蔵

(財) 鉄道総合技術研究所 正会員 関根 悦夫

1. 目的

新設される新幹線では軌道構造の約 9 割にスラブ軌道 (図 1 参照) が適用されている。このスラブ軌道の主要な構成部材である軌道スラブはプレキャスト製のコンクリート版であり、その設計は許容応力度法で行われているが、現在、限界状態設計法を照査法とした性能照査形設計法への移行を進めている。照査方法の変更により経済的な軌道スラブを設計できるものと期待される。

そこで、今回性能照査形設計法への移行の一環として、列車走行による移動荷重が軌道スラブの疲労特性に与える影響を確認する目的で小型供試体を用いた繰返し載荷試験を行った。

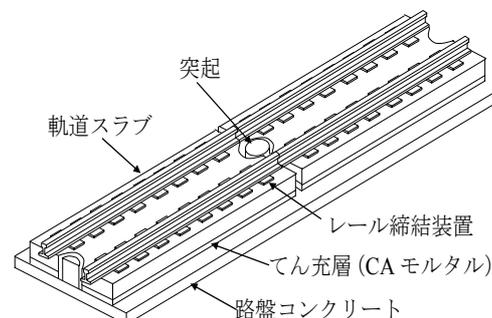


図 1 スラブ軌道の概略図

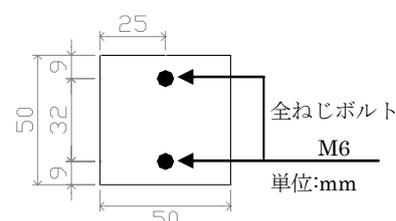


図 2 小型供試体断面

表 1 モルタル材料特性

	圧縮強度 (N/mm ²)	静弾性係数 (kN/mm ²)
試験開始時	20.7	14.4
試験終了時	26.8	15.8

2. 試験概要

試験に用いた小型供試体の寸法は 50×50×1080mm で、モルタルおよび補強鉄筋として用いるボルトで作成した。図 2 に断面形状を、表 1 に試験開始時および終了時のモルタルの強度特性を示す。小型供試体は硬質ゴムで全面支持し、図 3 に示す小型移動荷重載荷試験装置¹⁾を使用して繰返し回数 10 万回の定点荷重載荷 (一定位置での荷重載荷) を実施し、続いて同じ供試体を用いて繰返し回数 3.5 万回の移動荷重載荷 (載荷点 1 から荷重を移動させた載荷) を実施した。なお、図 4 に示す番号は載荷点を示す。

本試験装置は 120mm 間隔で配置したアクチュエータで直接供試体を載荷し、各アクチュエータの載荷スピードとタイミングを制御することで、レール上の車輪を移動させた試験を模擬することができるものである。本試験では、アクチュエータ 5 本で 1 車輪を模擬することとし、定点荷重載荷では載荷点 5 を中心に載荷点 3~7 の荷重を同期させた載荷を行い、移動荷重載荷では荷重分布が定点荷重とほぼ等しくなるように各載荷点の荷重波形をずらした載荷を行った。図 5 に移動荷重載荷の荷重波形を示す。

測定項目は荷重、鉛直変位、載荷点 4~6 の側面のひび割れ幅 (下面から 5mm の位置) である。



図 3 小型移動荷重載荷試験装置¹⁾

3. 実験結果

図 6 に載荷点 3~7 の載荷回数と最大荷重の関係を示す。各載荷点の荷重は定点荷重および移動荷重載荷においてほぼ一定であった。

載荷回数とひび割れ幅の関係を図 7 に示す。図 7 には定点荷重載

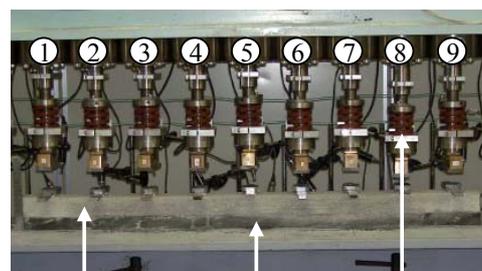


図 4 試験状況

キーワード 疲労、ひび割れ、移動荷重、軌道スラブ

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (財) 鉄道総合技術研究所 軌道技術研究部 TEL 042-573-7276

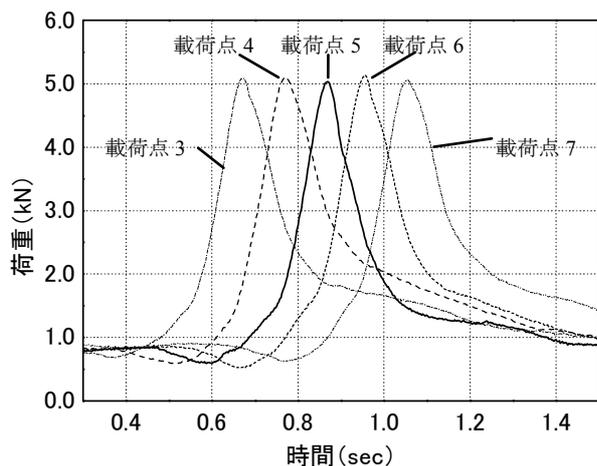


図5 移動荷重載荷波形

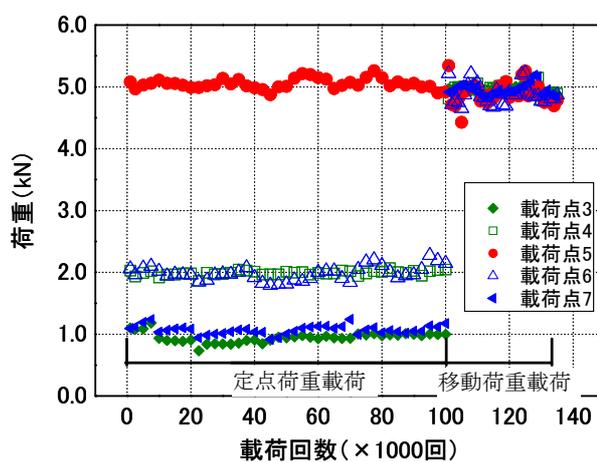


図6 荷重回数-荷重関係

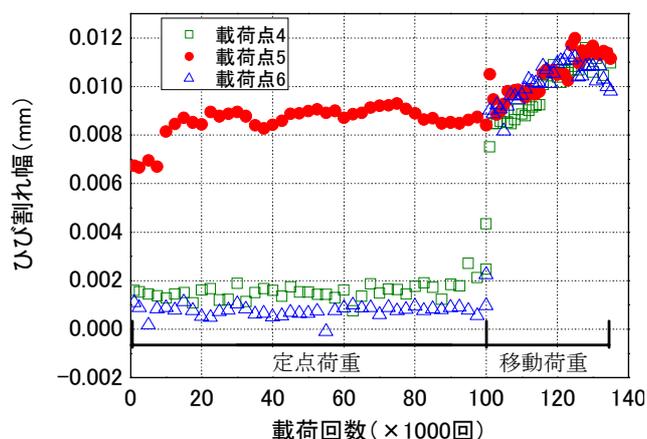


図7 荷重回数-ひび割れ幅関係

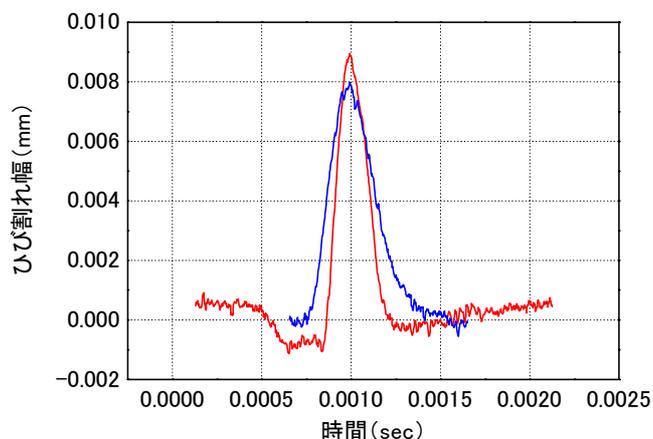


図8 ひび割れ幅振幅

荷の結果と移動荷重載荷の結果を続けて示してある。定点荷重載荷では荷重点5の下側から曲げひび割れが発生し、繰返し回数2万回まで曲げひび割れ幅が拡大した。その後10万回まで0.008~0.009mmで安定し、曲げひび割れ幅は拡大しなかった。繰返し回数10万回以降に荷重方式を移動荷重に変更した結果、供試体下面から発生する曲げひび割れは各荷重点付近から発生し、図7に示すように荷重点4および6の曲げひび割れ幅も増加した。さらに、荷重点間の供試体上面からも曲げひび割れが発生した。これは、荷重が移動することによって負の曲げモーメントが生じたためと考えられる。

本試験の繰返し回数の範囲内において、荷重方法を定点荷重載荷から移動荷重載荷に変更することで下面から発生した曲げひび割れ幅は拡大する傾向にあった。この要因の一つとして、ひび割れ面の磨耗が考えられる。図8に定点荷重および移動荷重載荷開始から1万回目のひび割れ幅の振幅を示す。図8より、ひび割れ幅の振幅は定点荷重載荷では片振りなのに対し、移動荷重載荷ではひび割れが開く直前に閉じており、この際に荷重の移動によるせん断変形でひび割れ面に磨耗が生じた可能性がある。

4. まとめ

小型供試体を用いた繰返し荷重試験の結果、移動荷重載荷によってひび割れが進展する可能性が確認された。これは、定点荷重載荷と異なり、荷重の移動によってひび割れ面に負の曲げモーメントとせん断力が生じるためと考えられる。さらに、ひび割れ面では負の曲げモーメントにより圧縮ひずみが生じることから、補強鉄筋にも圧縮応力が発生することが予想され、鉄筋の疲労強度に影響を与えることも考えられる。

参考文献

- 1) 「マルチアクチュエータ方式移動荷重試験装置を用いたバラスト軌道の模型試験」:村本, 関根, 土木学会第60回年次学術講演会第4部, pp.289-290, 2005.9