

移動荷重載荷試験装置

No. 172

発明の名称：①移動荷重載荷方法／②載荷装置および載荷方法
 登録番号：①特許 第3569651号／②特許 第4533779号
 出願日：①1999年7月6日／②2005年3月16日
 総研発明者：①村本勝己、堀池高広
 ②村本勝己（共有者：第一電気株式会社）

目的と効果

レールからまくらぎを介して道床や路盤に作用する列車荷重は、図1に示すように、列車編成に対応した比較的複雑な分布形状であり、しかもそれが列車の走行に伴って移動します。したがって、列車走行による軌道や路盤の応答を模型実験で正しく把握するには、図1のような移動荷重を再現できる載荷装置が必要となります。鉄道総研では、軌道上に配置した複数のアクチュエーター（載荷装置）によって複雑な移動荷重を再現できる、マルチアクチュエーター方式の小型移動荷重載荷試験装置（図2）を開発し、軌道・路盤の基礎的な研究で多くの成果を残すことができました。

技術の概要

例えば、レール上に等速で移動する荷重は、図3に示すようにレール上に等間隔に配置したアクチュエーター群の基本載荷波形を単発の三角波とし、それらを1/2ずつ位相をずらして順に作動させることで表現できます。ただし、これを実際に制御するのは簡単ではありません。

まず、すべてのアクチュエーターはレールを介して物理的につながっているため、どれか1本のアクチュエーター

の作用で発生したレールの変形は、残りのすべてのアクチュエーターの動作に干渉します。したがって、正しい荷重波形を再現するためには、常時、すべてのアクチュエーターが干渉を受けても所定の荷重を維持できる、高速な荷重フィードバック制御が必要となります。この制御速度が低いと、干渉が相互に伝搬して制御不能になり、最悪、供試体や装置自体を壊してしまうことになります。

また、集中油圧源を使用する古典的な油圧システムでは、アクチュエーターの本数が増えると大きな油圧源が必要になり、エネルギー効率が極めて悪くなります。そこで、本試験装置には、それぞれのアクチュエーターが独立した小型の油圧ポンプを持つ、電動－油圧アクチュエーターを採用しています。しかし、電動－油圧アクチュエーターの小型ポンプを駆動しているサーボモーターは、回転数が低い領域では十分な出力を発生できないため、載荷対象物の剛性が高くアクチュエーターのストロークが小さい場合は、モーターの回転数が不足して荷重波形が乱れやすくなります。そこで、本試験装置では、アクチュエーターに載荷荷重のレンジに応じたコイルばねを組み合せて、アクチュエーターが常に適度なストロークで動作するように工夫されています。

発明余話

軌道・路盤に関する研究のブレークスルーを目指し、1999年に出願した基本特許を基に本試験装置を作製したものの、現実には甘くなく、当初は全く使い物になりませんでした。その後、制御系やアクチュエーターに対してさまざまな改造を繰り返し、実際に列車走行荷重を模擬できるようになるまでに、3年の時間を費やしました。おかげで、専門外だった油圧機器やメカトロニクスに関してかなり詳しくなってしまったのは、予想外の成果といえるかもしれません。

（村本勝己／軌道技術研究部）

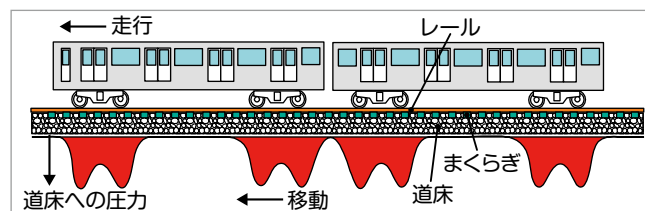


図1 列車から道床に作用する荷重分布の概念図

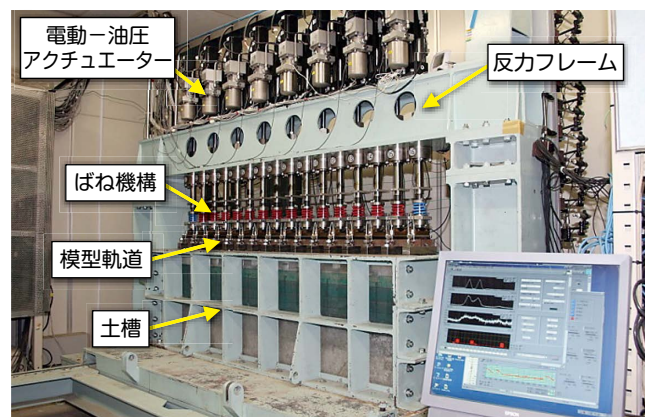


図2 小型移動荷重載荷試験装置(マルチアクチュエーター方式)

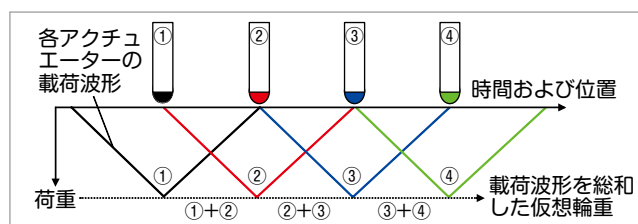


図3 マルチアクチュエーターによる移動荷重の概念