

## 改良型自動沈下補正補助まくらぎ (AICS-SS) の性能確認試験

公益財団法人鉄道総合技術研究所 正会員 ○咲村 隆人 村本 勝己 中村 貴久  
株式会社スミハツ 正会員 櫻井 祐

## 1. はじめに

バラスト軌道において、レール継目部は、軌道の局所的な沈下やバラストの細粒化、噴泥等が発生しやすい、弱点箇所であり、保守投入量が多い箇所の一つとなっている。また、橋台等の構造物境界周辺は、軌道の沈下量が不連続となるため、浮まくらぎが発生しやすく、同様に保守投入量が多い傾向にある。

鉄道総研では、これらの課題に対応するため、自動沈下補正補助まくらぎ (Automatic Irregularity-Correcting Short Sleeper, 以下「AICS-SS」とする) の開発をすすめ、既に営業線への試験敷設を行い、十分な性能を発揮することを確認している。一方で1台 80kg 程度の重量から、施工性にやや難があることが明らかになった。そこで、今回、一部改良を行い、その基本性能を確認したので報告する。

## 2. 静的載荷試験

改良型 AICS-SS (図 1) は、動作の基本原理は従来品<sup>1)</sup>と同様であるが、30%以上の軽量化を実現するため、一部の構造を小型化、簡略化した。このため、静的載荷試験により、部材強度の確認を行った。

本試験では、最も部材負担が大きくなる最大補正状態 (補正量 60mm) で、内筒各部 (底板 3 箇所、側壁 4 箇所) に作用する応力を測定した (図 2)。図 3 は、各部応力のうち、最大値を記録した、内筒底板中央の最大応力と載荷荷重の関係である。压力容器規格<sup>2)</sup>を参考にすると本構造での許容応力度は  $100\text{N/mm}^2$  である。許容応力度に対応する載荷荷重は約 160kN であり、荷重分担率 40%を仮定すると輪重 400kN に相当する。これは、E17 荷重 (輪重 85kN) の 4.7 倍であり、十分な耐力をもつことが確認できた。



図 1 改良型 AICS-SS

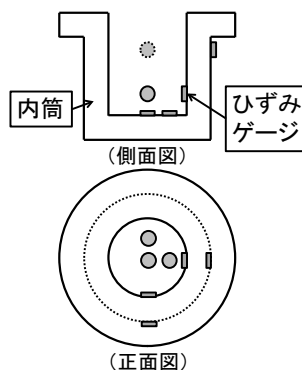


図 2 測定位置

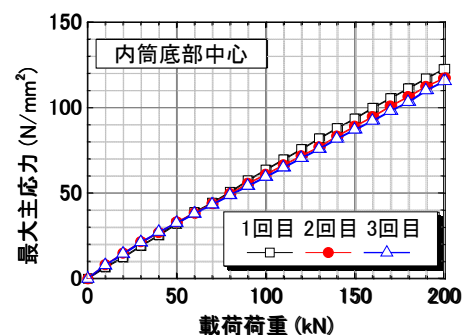


図 3 内筒底板中央の最大主応力と載荷荷重の関係

## 3. 道床横抵抗試験

AICS-SS が動作し、浮まくらぎが補正された状態での道床横抵抗力を比較するため、軸重 165kN の荷重を 25 万回繰返し載荷した後に、まくらぎ 5 本の軌きょう引きによる道床横抵抗試験を行った。試験の仕様を表 1、結果を図 4 に示す。

まくらぎ 1 本あたりの横抵抗力は、水平変位 2mm 時点で比較すると、無対策ケースでは、5.0kN 程度であったが、AICS-SS ケースでは 5.8kN となった。また、変位を徐々に増加させていくと、無対策ケースでは、横抵抗力は 5.0kN 程度でほぼ一定となるのに対して、AICS-SS ケースでは、漸増がみられ、水平変位 10mm 時点で 6.6kN となった。

以上より、AICS-SS が敷設されることにより、道床横抵抗力が減少する可能性は小さいことが確認できた。

表 1 道床横抵抗試験の仕様

|       | 仕様                                   | 備考                                 |
|-------|--------------------------------------|------------------------------------|
| 試験ケース | 無対策ケース                               | AICS-SS なし                         |
|       | AICS-SS ケース                          | AICS-SS×4                          |
| 軌道模型  | 50kgN レール<br>PC3 号×5 本<br>道床肩幅 400mm | 事前に軸重 165kN で 25 万回<br>の列車荷重履歴を与える |
| 載荷速度  | 2mm/min                              | 変位制御                               |
| 最大変位  | 10mm                                 |                                    |

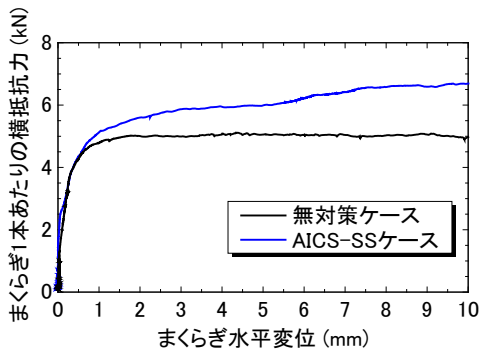


図 4 まくらぎ変位と横方向荷重の関係

4. 繰返し載荷試験

改良型 AICS-SS の性能確認のため、実物大軌道模型を用いた繰返し載荷試験を行った。試験概要を図 5、試験ケースを表 2 に示す。

本試験では、浮まくらぎが発生しやすい構造物境界部への敷設を想定し、まくらぎ 7 本のうち、両端 2 本は無道床の直結まくらぎとした。また、敷設費用削減を目指し、AICS-SS の延長あたり敷設量を従来りの 2 分の 1 とし、まくらぎ間 2 箇所 に 1 箇所の敷設とした。

まくらぎ残留変位の推移を図 6 に示す。新バラストケースと細粒土混入バラストケースを比較すると、散水前は、細粒土混入バラストの方が沈下進みは小さい。しかし、細粒土混入バラストは、散水後に泥土化が進行して、噴泥状態となり、急激に沈下が増大した。AICS-SS ケースでは、散水後にやや沈下が進行したものの、進み量は軽微であり、100 万回載荷後の残留変位量は 1.6mm 程度であった。

図 7 は、載荷点直下のまくらぎ変位振幅の推移である。散水前は、各ケースで大きな差異はみられなかった。散水後を見ると、細粒土混入バラストケースでは、急速に変位振幅が増大した。また、新バラストケースでは、徐々に振幅が増大していく傾向がみられた。一方で、AICS-SS ケースでは、変位振幅の増加傾向がわずかにみられるものの、載荷 100 万回時点で、約 2.1mm である。変位振幅の推移から、AICS-SS ケースでは、浮まくらぎの発生を抑制できているものと考えられる。

以上より、改良型 AICS-SS は、敷設間隔を拡大した場合においても十分な性能をもつことが確認できた。

5. 参考文献

1)村本勝己, 中村貴久, 櫻井祐: 自動沈下補正補助まくらぎを用いたレール継目部の浮まくらぎ対策, 鉄道総研報告, Vol27, pp17-22, 2013

2)「压力容器構造規格 第一編 第一種压力容器構造規格 第一章 材料 第三条」厚生労働省告示第 196 号

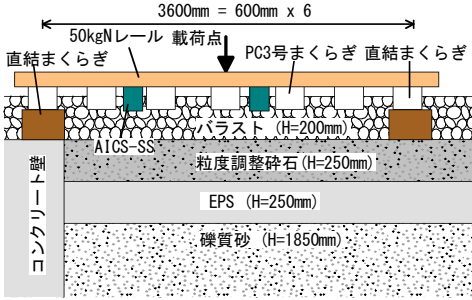


図 5 繰返し載荷試験概要

表 2 試験ケース

| 試験ケース   | 1:新バラスト | 2:細粒土混入バラスト | 3: AICS-SS |
|---------|---------|-------------|------------|
| 道床      | 新バラスト   | 細粒土混入バラスト   | 細粒土混入バラスト  |
| AICS-SS | なし      | なし          | 4 基設置      |

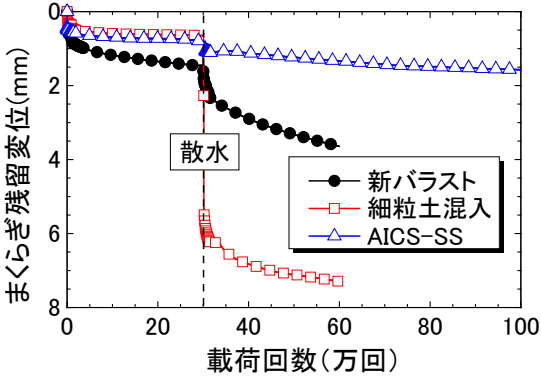


図 6 載荷回数とまくらぎ残留変位

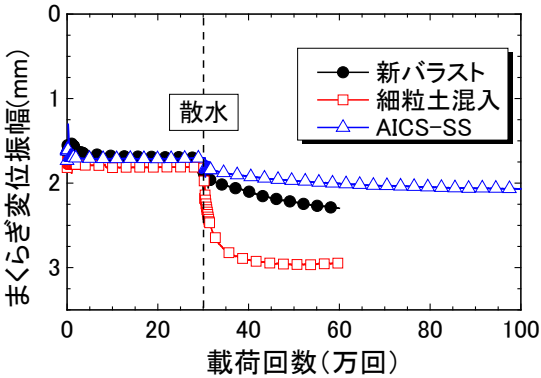


図 7 載荷回数とまくらぎ変位振幅