

スラブ軌道てん充層の額縁補修用補強材代替品の検討

(公財) 鉄道総合技術研究所

正会員 ○早川 容平 高橋 貴蔵 桃谷 尚嗣

1. はじめに

スラブ軌道は、軌道スラブ、てん充層、コンクリート道床および突起等で構成される軌道である(図1)。このうち軌道スラブの支持層となる既設てん充層に対しては、凍害などで劣化した場合、「スラブ軌道各部補修の手引き」に示されている通り、側面および端部から100mm程度の深さまでをはつり取り、そこにセメントアスファルトモルタル系あるいは樹脂系の補修材を注入する額縁補修を行っている。セメントアスファルトモルタル系の補修材(以下、補修用CAモルタル)を用いる場合は、脆性破壊が生じないように耐アルカリガラス繊維マットにより補強している(図2)。しかし、補強材として使用しているガラス繊維マットの入手が困難となったため、これに代わる継続的に入手可能な代替品の選定が求められている。そこで本研究では、ガラス繊維系補強材の代替品の選定を行うとともに、従来品および代替候補品で補強した補修用CAモルタルの供試体に対する重錘落下試験および曲げ載荷試験を実施し、曲げ破壊に対する性能の比較を行った。

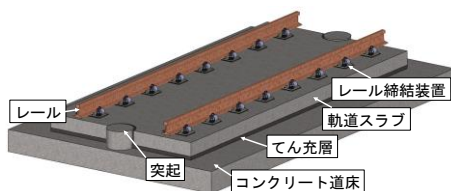


図1 スラブ軌道の概要図

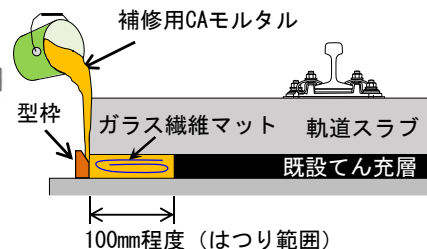
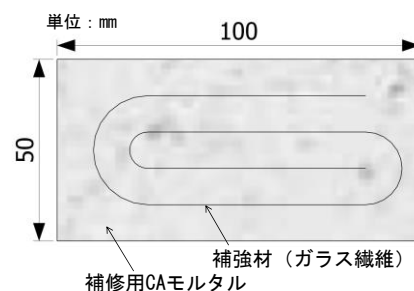
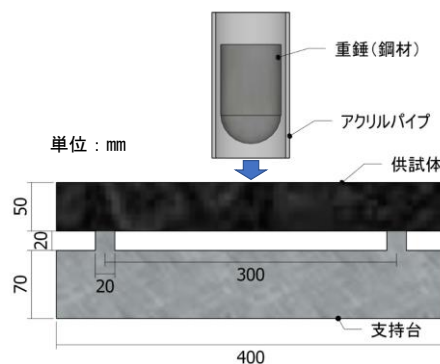
図2 額縁補修の概要図
(レール直角方向断面)図3 補強材の外観
(左: 従来品, 右: 代替品)図4 補強材の挿入方法
(短手方向断面: 4層の場合)

図5 重錘落下試験の概要図

2. 補強材代替品の選定

代替品の選定に際しては、国内で流通している製品であること、形状が短繊維状のものではなくマット状あるいはメッシュ状であること、耐アルカリ性を有していることを条件に選定を行った。従来品および代替品の補強材の外観を図3に示す。耐アルカリガラス繊維マット(以下、従来品という)は線状のガラス繊維をマット状に不規則に積層した構造、道路舗装用ガラスメッシュ(以下、代替品という)はガラス繊維を格子状に組み合わせた構造となっている。また、目付量は従来品が625g/m²、代替品が396g/m²である。

3. 試験方法

3.1 供試体の概要

アスファルト乳剤が異なる2種類の補修用CAモルタルA種、B種(いずれも曲げ強度2.8N/mm²)を型枠内に注入し、高さ50mm×幅100mm×長さ400mmの角柱供試体を作製した。供試体は補強材を挿入していないものに加え、図4に示す通り円筒状に巻いた補強材を従来品は3層、代替品は3, 4, 5, 6層挿入したものを各試験用に3体ずつ用意した。なお、挿入層数6層の場合は、3層の円筒状にした補強材を2個挿入した。また、作製した供試体は温度20℃、湿度65%の恒温室内で14日間の気中養生を行った。

3.2 重錘落下試験

重錘落下試験は、供試体を支点間距離300mmの支持台に置き、重量3.34kgfの弾丸状の鋼材の重錘を初期高さ
キーワード スラブ軌道、てん充層、額縁補修、ガラス繊維、重錘落下試験、曲げ載荷試験

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町2-8-38 TEL042-573-7276 FAX042-573-7413

10cm から 5 回落下させ、供試体の破壊が見られなかった場合は 10cm ずつ落下高さを上昇させ、各高さ 5 回ずつ落下させる方法で行った(図 5)。なお、落下高さは 90cm を上限とし、90cm での落下回数は 30 回を上限とした。試験の終了点は、供試体が破壊した場合または落下高さ 90cm で落下回数 30 回まで破壊に至らなかった場合とした。なお、式(1)により破壊エネルギー(累積)を求めた。

破壊エネルギー($N \cdot m$)

= 重錘質量(kg) × 重力加速度(m/s^2) × 落下高さ(m) ……式(1)

3.3 曲げ載荷試験

曲げ載荷試験では三等分点曲げ試験(図 6)を実施し、ひび割れ荷重、最大荷重および曲げ破壊エネルギーを算出した。なお、ひび割れ荷重は初期の降伏点、最大荷重は荷重値の最大値、曲げ破壊エネルギーは従来品の試験における最大荷重後十分に荷重が低下した中央変位 12mm を上限変位として算出した。載荷速度は 1.0mm/min とした。

4. 試験結果

4.1 重錘落下試験

各試験ケースの 3 回平均の破壊エネルギーの比較結果を図 7 に示す。A 種の場合は代替品 4 層、B 種の場合は代替品 3 層以上の場合で従来品の 3 倍以上と大きく上回る結果となった。これは重錘落下時の衝撃荷重により補修用 CA モルタルにひび割れが生じたのち、従来品は速やかに繊維が破断し供試体が破壊に至ったのに対し、代替品は試験終了まで繊維が破断せず衝撃荷重に抵抗したためと考えられる。

4.2 曲げ載荷試験

補強材なし、従来品 3 層、代替品 3～6 層の 3 回平均の荷重-中央変位関係を図 8 に示す。従来品、代替品いずれも補強材なしの場合と同等の 2～3kN 程度でひび割れが発生した。最大荷重は補強層数が多くなるほど高くなり、A 種の場合は代替品 3 層、B 種の場合は代替品 4 層以上で従来品 3 層を上回る結果となった。従来品はひび割れ発生後緩やかに荷重が増加し、最大荷重に達したのち補強材の繊維が破断し急激に荷重が低下した。代替品もひび割れ発生後緩やかに荷重が増加し最大荷重に達し、A 種の場合はその後荷重が低下したものの、従来品よりも高い荷重を維持した。一方、B 種の場合は最大荷重に達したのちの荷重の低下は緩やかであった。なお、A 種、B 種いずれも中央変位 12mm に至るまで補強材の繊維は破断しなかった。曲げ破壊エネルギーの 3 回平均を図 9 に示す。曲げ破壊エネルギーでは、代替品 3 層以上で A 種、B 種ともに従来品を上回る結果となった。これは、代替品では最大荷重に達した後、繊維の引張抵抗によって荷重の低下の程度が小さくなったためと考えられる。

5. おわりに

本研究ではスラブ軌道の既設てん充層の額縁補修に用いるガラス繊維の補強材の代替品を選定し、従来品および代替品で補強した補修用 CA モルタルの供試体に対する重錘落下試験および曲げ載荷試験を実施した。今後は補強材として代替品を 4 層以上挿入することを標準とし、「スラブ軌道各部補修の手引き」に反映させる予定である。

参考文献 1) 公益財団法人 鉄道総合技術研究所：スラブ軌道各部補修の手引き，2015 年 12 月

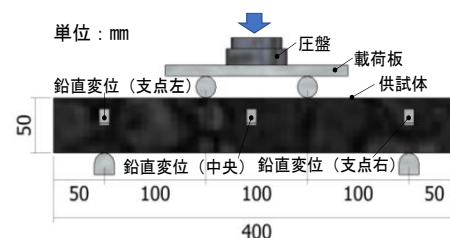


図 6 曲げ載荷試験の概要図

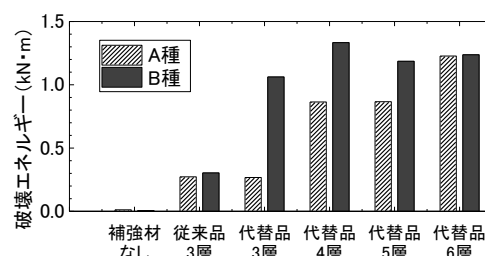


図 7 破壊エネルギー(重錘落下試験)

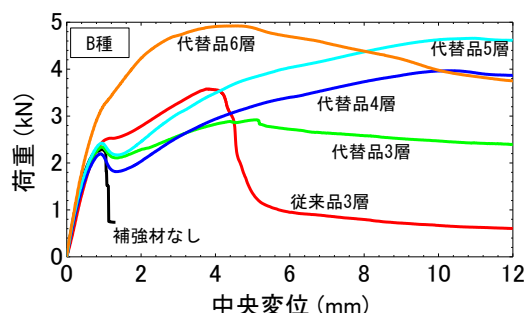
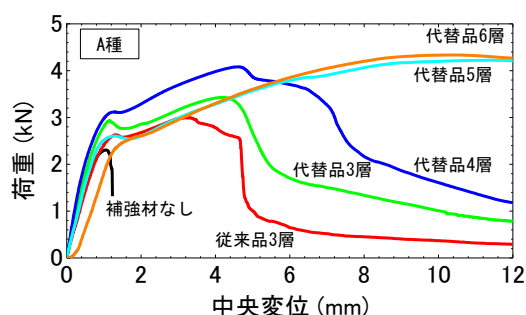


図 8 荷重-中央変位関係

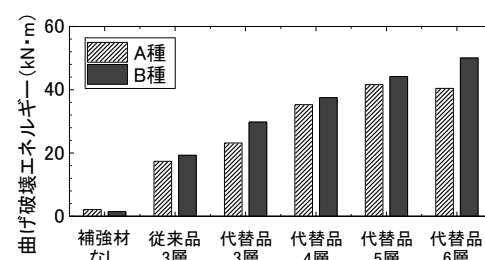


図 9 曲げ破壊エネルギー