

老朽トンネルの改修を伴うパイプ・イン・トンネル工法に関する検討 Investigation of Pipe in Tunnel with Improvement of Old Tunnels

裕 昌也* 毛利 栄征** 宮崎 徹* 吉原 正博***

Masaya Hazama, Yoshiyuki Mohri, Toru Miyazaki, Masahiro Yoshihara

はじめに

老朽化の進んだ水路トンネルの補修・改修法として、FRPM管をトンネル内に挿入し、管と既設覆工の隙間にモルタル系の裏込め材を充填する工法が挙げられる。しかし、補強効果に関する既往資料がないことから研究に着手した。先ずここではトンネル模型土槽装置を製作し、既設トンネルを除く状態で外圧が作用したときの管の挙動を模型実験により確認したので報告する。

実験方法

砂地盤中に管及び管+裏込め材という2種類の断面構造の管を土槽中央に設置し、上方から外荷重を作用させ、その時に管に発生する変位量及びひずみ量を計測した。

土槽

実験に使用した土槽は、内空が 1.05 m × H 0.4 m の三軸同時載荷可能な鋼製土槽である。

管

管は内径が 150 mm の FRP 管である。肉厚は JIS で規定されている FRPM 管同様、呼び径の 2% (3 mm) のものを使用した。

裏込め材

裏込め材の材料はモルタルとし、圧縮強度の違いにより 6 種類を選定した。ただし、同一圧縮強度のモルタル B と C の違いは B が発泡系の材料、C が通常のもルタルである。また、裏込め材の厚みは施工限界から管呼び径の 5% ~ 11% の範囲とし、その最大値と最小値 (16.5 mm 及び 7.5 mm) の 2 種類とした。試片の製作にあたっては管の周囲に型枠を設置し、管と型枠の隙間に流し込む方法を使った。

地盤の作成

地盤材料は豊浦標準砂を用い、相対密度が 90% 程度になるよう一定高さの上部ホッパーから重力落下式五段篩装置に投入する方法を採用した。

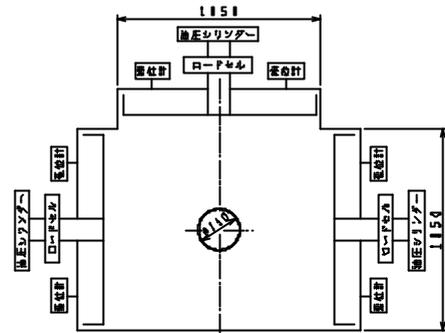


Fig.1 トンネル模型土槽装置

Table 1 試験のケース

モルタルの種類	圧縮強度 (N/mm ²)	厚み(mm)
管体のみ	-	-
モルタルA	0.1	16.5
モルタルB	1	7.5 及び 16.5
モルタルC	1	7.5 及び 16.5
モルタルD	10	7.5 及び 16.5
モルタルE	50	16.5
モルタルF	30	16.5

*栗本化成工業(株)

Kurimoto Plastics Co.,LTD

水路改修工法, トンネル,

**農業工学研究所造構部

National Institute for Rural Engineering

裏込め材

***住友大阪セメント(株)

Sumitomo Osaka Cement Co.,LTD

・実験結果

Fig.2 ~Fig.4 には管鉛直方向に発生した変位比率を示す。多少の差異はあるものの裏込め材の圧縮強度が小さい場合は管のみの場合とほとんど同じ変位量が発生

したことがわかる。

逆に、 10N/mm^2 以上の圧縮強度で厚みが 16.5mm のものについては管のみと比較して小さな発生量であったことがわかる。また Fig.4 から 7.5mm と 16.5mm を比較すると、載荷重が 150kPa 程度まで差は大きいですが、それ以上の荷重になると差は縮まる傾向にある。これは裏込め材にクラックが入り、塑性ヒンジが発生することにより拘束している効果が低減されると考えられる。

さらに変位量等の低減効果はモルタルの変形係数が砂と比べて大きいことによるものと考えられる。

・おわりに

模型実験において、管のみの場合と管の周囲を裏込め材で包含した場合に管に発生する変位量とひずみ量に大きな違いがあることが確認できた。また、裏込め材の種類やその厚みの違いにより差があることも認められた。今後、覆工が存在した場合の挙動確認を行うとともに、数値解析等によりその力学的メカニズムを検証し、トンネル内に内挿された管の挙動を解明する。

また、水路トンネル形状は馬蹄形が最も多く、水理的な観点から、内挿する管形状も円形ではなく、馬蹄形が望ましいと考えられる。そこで、引き続き馬蹄形状についても外圧による管の挙動や外水圧に対する座屈のメカニズムを解明していくことも同時に進め、最終的には管の安全性を評価する設計手法の確立を目指すものである。

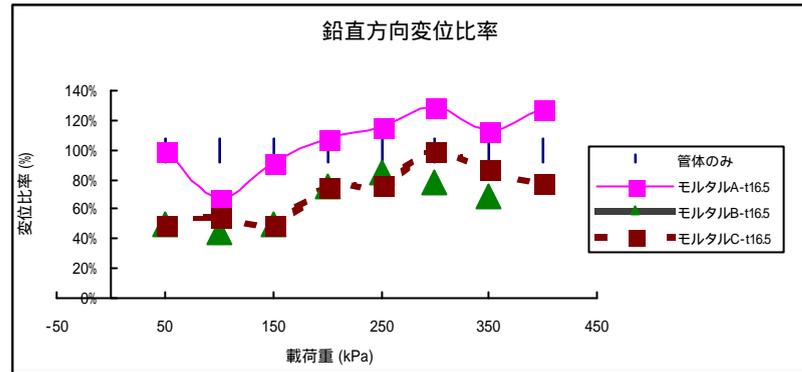


Fig. 2 管鉛直方向変位比率

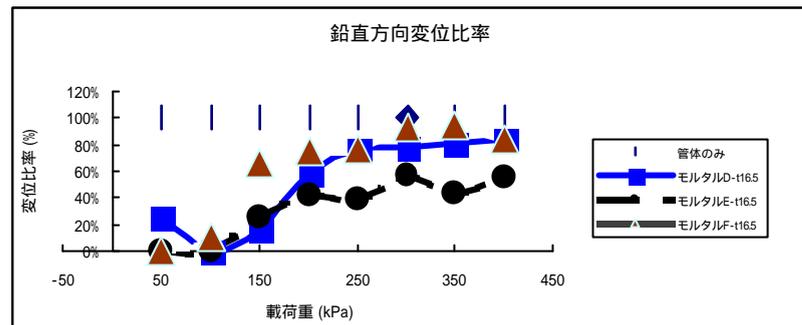


Fig. 3 管鉛直方向変位比率 (2)

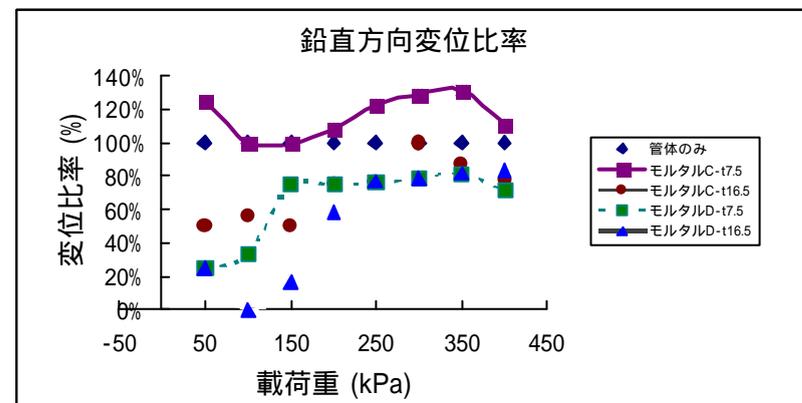


Fig. 4 管鉛直方向変位比率 (3)

年次学術講演会（平成5年9月）,（財）鉄道総研研究所,（株）熊谷組