

## 多条管埋設における石灰系改良土の締め固め特性に関する実験的検討

東京電力（株） 正会員 高橋 守男  
 （株）関電工 中村 豊 正会員 ○馬場 康史  
 （株）セントラル技研 正会員 池尻 健

## 1 はじめに

電力地中線管路の特徴は、多条数の管を同時に敷設することである。これらの敷設工事では、従来購入砂を使用して埋め戻すのが一般的であり、改良土を用いることは締め固め度の確保を考慮して希であった。しかしながら、建設副産物抑制、資源の有効利用が望まれており、その一環として、石灰系改良土の多条数管路の埋め戻し材としての適用法の検討を行っている。

本報告は、石灰系改良土の多条管周りでの締め固め特性について、土槽試験結果をまとめたものである。

## 2 実験概要

3条3段のPFP管路を模擬して  $B=1.3\text{m}$ 、 $L=1.0\text{m}$ 、 $H=1.02\text{m}$  の土槽で管路模型を製作し埋め戻し実験を行った。土槽の詳細は、筆者らの研究に別途述べる<sup>1)</sup>。

## 2.1 転圧方法

石灰系改良土について、通常よりも丁寧な締め固め



三笠産業(株)製 MSZ-TL200

振動板寸法  $40 \times 200\text{mm}$ 、振動数 200 ~ 258Hz

図—1 締め固め工具

表—1 埋め戻し材料の性状

| 試料名              | 埋戻し砂            | 改良土     |          |
|------------------|-----------------|---------|----------|
|                  |                 | 改良土A    | 改良土B     |
| 土粒子密度            | $\text{g/cm}^3$ | 2.673   | 2.706    |
| 自然含水比            | %               | 16.1    | 45.3     |
| 粒度               |                 | (母材粒度)  | (母材粒度)   |
| 石分               | %               | 0       | 0        |
| 礫分               | %               | 2       | 11       |
| 砂分               | %               | 88      | 51       |
| シルト分             | %               | 6       | 25       |
| 粘土分              | %               | 4       | 13       |
| 最大粒径             | mm              | 4.75    | 19       |
| 平均粒径             | mm              | 0.301   | 0.163    |
| 地盤材料の分類名         | 細粒分まじり砂         | [砂系改良土] | [粘土系改良土] |
| 締め固め 試験方法        | A-c             | A-c     | A-c      |
| $\rho_{d\max}$   | $\text{g/cm}^3$ | 1.728   | 1.224    |
| $w_{\text{opt}}$ | %               | 13.4    | 39.7     |
| CBR              | %               | 5.9     | 24.6     |

での締め固め度の向上を念頭に、以下の2種類の方法を試みた。

まず、通常の方法として、埋戻し材を各段の管路上端まで投入し、敷き均す。次に管路の間および側面を突き棒（算木）で丁寧に転圧する。そして、最後にこれらの作業を最上段の管路（1段目）まで繰り返した後、最上段の管路から30cmの土被りまで15cm毎（15cm×2回）に埋戻し材を敷き均し、ランマーで転圧する。簡略化のため、この方法を以下F法と呼ぶ。同様に、配電工事で使用されることのある締め固め用の振動工具（図-1）を使用して、各段毎にもっと丁寧に締め固めを行った。この方法をM法と呼ぶ。

## 2.2 試験項目および方法

土槽表面および各段の管周り、つまり管路上部（管上）および管路の間・側面（管間）で締め固め度を測定した。現場密度試験は、突き砂法（試験孔寸法：径50mm、深さ50mm）によった。

## 2.3 実験ケース

石灰系改良土は、その母材が建設残土であり、その性状も一様ではないことから、できるかぎり性状の異なる2種類の改良土（砂系の改良土A、粘土系の改良土B）を入手し、埋め戻し用砂との比較を実施した。なお、埋め戻し用砂、改良土およびその母材の基本性状は、表—1の通りである。実験ケースを表—2に整理する。

表-2 実験ケース

| 埋戻し材料 | 管路条数 | 転圧方法 | ケース名 |
|-------|------|------|------|
| 改良土A  | 3条1段 | F    | A1F  |
|       |      | M    | A1M  |
|       | 3条2段 | F    | A2F  |
|       |      | M    | A2M  |
|       | 3条3段 | F    | A3F  |
|       |      | M    | A3M  |
| 改良土B  | 3条1段 | F    | B1F  |
|       |      | M    | B1M  |
|       | 3条2段 | F    | B2F  |
|       |      | M    | B2M  |
|       | 3条3段 | F    | B3F  |
|       |      | M    | B3M  |
| 埋め戻し砂 | 3条1段 | F    | s1f  |
|       | 3条2段 | F    | s2f  |
|       | 3条3段 | F    | s3f  |

キーワード：多条管、埋め戻し、石灰系改良土、締め固め特性、土槽実験

連絡先：東京都港区芝浦 4-8-33 （株）関電工 電力本部地中線土木部 TEL:03-4431-3823 FAX:03-4431-3893

### 3 実験結果

図—2、3に改良土 A と砂、図—4、5に改良土 B と砂の締め固め度の比較を示す。M 法については、参考として水締めの結果<sup>1)</sup>を示す。

全体の傾向を見ると、段数が増え表面からの深度が増すにつれ、締め固め度が低下する傾向が確認された。

次に、締め固め方法に着目すると、水締めによる砂の埋め戻しが最も高い締め固め度が得られることがわかる。

水締めによらない方法では、F 法による砂の締め固め度と比べて、改良土 A、B とともに F 法では締め固め度が低く、M 法ではほぼ砂と同等の締め固め度が得られることを確認した。また、F 法では管の側方と上方の締め固め度の値に差異が認められる。これは、F 法では締め固めエネルギーが管上方に伝播しないことを示している。一方、M 法では、改良土 A、B とともに管間と管上では締め固め度の差異があまり認められない。これは、F 法と M 法との締め固めメカニズムの違いに起因すると考えられる。すなわち、M 法は振動による転圧のため埋め戻し材が対流し、管間の締め固めエネルギーが管上にも伝播しやすくなっていると考えられる。

尚、表面以外の締め固め度は 90% 以下であり、管の周囲においては、いずれの方法でも締め固め度 90% 以上を確保することが困難であることを示している。

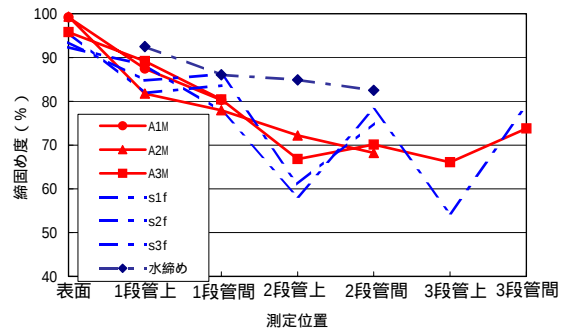
### 4 あとがき

国交省土質区分の第 2 種改良土以上の品質で、道路管理者の了解が得られた材料は、工作物の埋め戻しに使用可能である<sup>2)</sup>。一方、多条数管路の管周りについては、管同士の間隔が狭いことから、充填性を考慮して、埋め戻し用の砂を使用することが一般的であった。

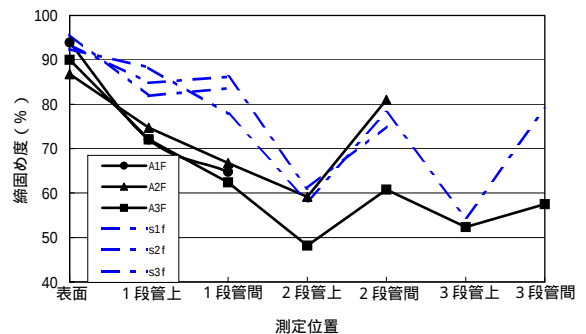
今回の試験の埋め戻し転圧方法（M 法）は、現実に現場で行われている方法に比べて、相当に丁寧な方法である。しかし、埋め戻し転圧方法を工夫することにより、改良土使用の可能性を示したものとする。

#### 「参考文献」

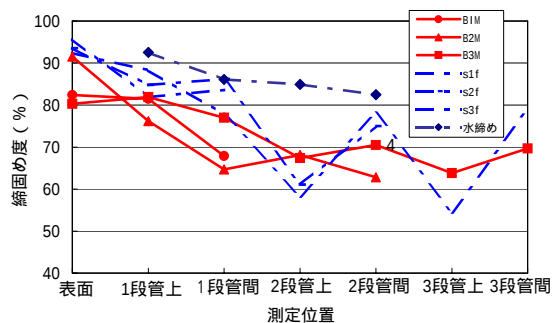
- 1) 高橋・中村・馬場・池尻：多条管埋設における埋め戻し砂の締め固め特性に関する実験的検討，第 57 回土木学会年次学術講演概要集，2002（投稿中）。
- 2) (財)土木研究センター：建設発生土利用技術マニュアル（第 2 版），1998。



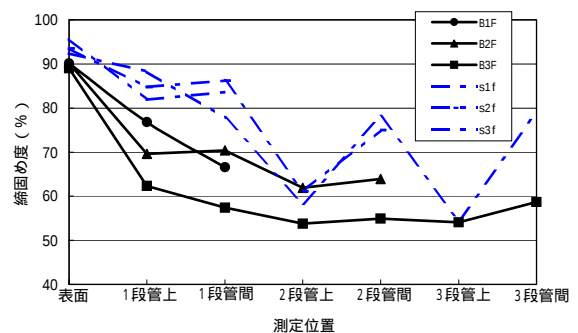
図—2 締め固め度の比較（改良土AのM法 / 埋戻し砂）



図—3 締め固め度の比較（改良土AのF法 / 埋戻し砂）



図—4 締め固め度の比較（改良土BのM法 / 埋戻し砂）



図—5 締め固め度の比較（改良土BのF法 / 埋戻し砂）