

## 軌道基礎填砂対策としての水砕スラグ製地盤置換材の短期圧縮特性

芝浦工業大学 野口真早仁 荒川英治 岡本敏郎

## 1. 背景と目的

線路は上からレール、枕木、道床、路盤の順に構成されており、道床は砕石、路盤は地山をそのまま使用されていることが多い。(図-1)。レール上を電車が繰り返し通過することで路盤が緩むことがあり、路盤でも軟弱化が生じ、場合によっては填砂が起きる(填砂とは砂だけでなくシルトでもこう称する)。このように軟弱化した路盤では、填砂対策として硬質な材料での置換が行われている。しかし、営業線での路盤工事は、線路が遮断されている間の短時間での作業となり、新しく敷設される路盤材は施工性に優れ、早期強度の発現と長期安定性が求められる。そこで水砕スラグを主成分とした地盤置換材が新たに提案されている。本研究ではこの材料を対象として経時的に短期の変形特性を圧密試験によって荷重-沈下特性を求め、材料作成後の放置時間を変化させて荷重-沈下特性に与える養生時間の影響を調べた。

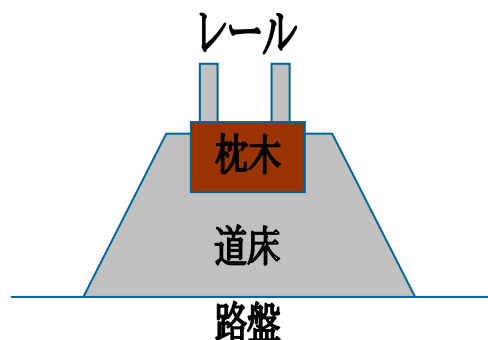


図-1 線路の構造

表-1 新しい路盤材の重量百分率

| 原材料          | 重量百分率 (%) |
|--------------|-----------|
| 水砕スラグ        | 79        |
| 普通ポルトランドセメント | 9.1       |
| 特殊硬化材        | 0.6       |
| 水            | 11.3      |

## 2. 実験方法

実験手順を以下に示す。(図-2 参照) 新しい地盤置換材は特許を有している企業より得た。

新しい地盤置換材の配合は表に示すようであり、今回も同じ配合とした。(表-1)。混合の際は時間を一定とした。また、供試体を作成するまでの時間も一定とした。これは混合してから圧密試験を開始するまでの時間を統一するためである。

次に、混合した材料を底板の中に設置した圧密リングの中に直接投入し、上からハンマーで1層につき60回小打撃を加え、3層からなる供試体を作成した。このような方法により、現場でのローラーによる転圧作業の再現を目指した。この方法は砂の最大密度試験を参考にしたが、特に経時的な力学特性の変化を目的としているため、大きな影響はないと考える。

供試体を作成してから1時間後、4時間後、24時間後、48時間後を対象として、実験を行った。これは、早期における変形特性の確認を行うとともに、時間の経過による変化率を確認するためである。

作成した供試体を圧密試験装置にセットした後、8段階にわたって測定を行った。各段階の圧密応力は、9.8、19.6、39.2、78.5、157、314、628、1256 (KN/m<sup>2</sup>) である。各段階での測定時間は1分間とした。これは標準圧密試験と異なるが、新しい路盤材の圧密時間が非常に早いからである。

各時間毎の供試体の沈下量を測定し、ひずみを計算した。

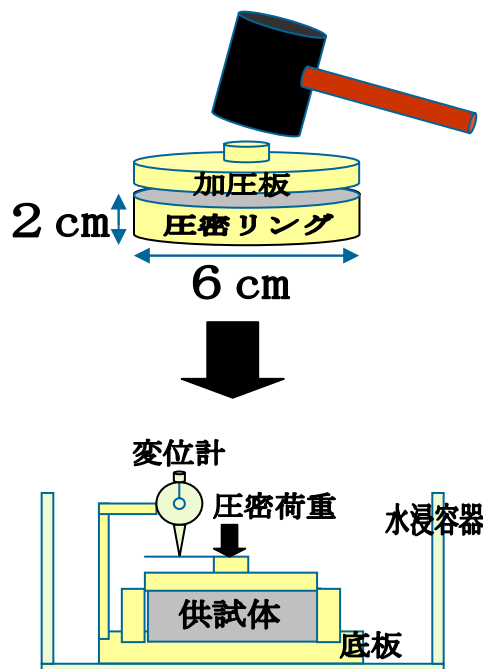


図-2 試験手順の概要

キーワード 路盤, 地盤置換材, 地盤反力係数, 養生時間

連絡先 〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5 芝浦工業大学 TEL 03-5859-8360

3．結果

(1)時間による割線変形係数の変化：図 3 に圧密試験により求めた時間毎の割線変形係数の結果を示す。図より、供試体を作成してから時間が経つ毎に割線変形係数の値が大きくなるという事がわかる。特に養生時間が 4h を過ぎると割線変形係数が急激に大きくなる事がわかる。

(2)地盤反力係数：鉄道構造物等設計標準では、路盤材料の必要基準として、地盤反力係数  $K_{30}$  110MN/m<sup>2</sup>が規定されている。そこで、図 3 の割線変形係数を用いて半無限弾性体地盤上の円形基礎に関する沈下 - 圧力関係から地盤反力係数  $k$  の値を求めた。ここで  $K_{30}$  は直径 30cm での地盤反力係数であり、次式において  $B=0.3m$  とした場合に相当している。ポアソン比は 0.3 とした。地盤反力係数は、基礎幅と地盤の変形係数を考慮して以下のようになる。

$$k = \frac{E}{(1 - \mu^2)I_p B}$$

$k$  : 地盤反力係数    ( $kg / cm^2$ )     $I_p$  : 形状係数  
 $E$  : 地盤変形係数    ( $kg / cm^3$ )     $B$  : 基礎の載荷幅    ( $cm$ )  
 $\mu$  : ポアソン比

図 - 4 にその結果を示した。5 段階目の荷重である  $P = 157kN/m^2$  の荷重を加えた段階から、すべての時間帯で  $K_{30} = 110MN/m^2$  を満たしていることがわかる。

(3)列車の輪荷重による路盤材の鉛直圧力：さらに、ブーシネスクの公式より、電車の走行により車輪を通して路盤にかかる鉛直圧力を計算した。枕木の厚さを 14cm、バラストを 25cm とし、電車の重量は 122t とした。図 - 5 より、この圧力は、車輪の直下において最大で 641kN/m<sup>2</sup>であることがわかる。前述したように図 - 4 において  $P = 157kN/m^2$  以上の圧力下では、鉄道構  $K_{30} = 110kN/m^2$  造物等設計標準で規定されている  $K_{30} = 110 MN/m^2$  を満たしているの、車輪が乗ったときの鉛直圧力 641kN/m<sup>2</sup>における  $K_{30}$  は 110 MN/m<sup>2</sup>以上となっている。

4．まとめ

本研究より、養生時間が 4h を超えると新しい地盤置換材は急激に硬くなることがわかった。また、電車が走行したときの路盤材にかかる車輪からの鉛直圧力を考慮すると、路盤材を施工してから 1 時間後には鉄道構造物等設計標準で規定されている  $K_{30} = 110 MN/m^2$  を上回るということがわかった。これより施工後早期において、所定の硬さを満たしているといえる。この結果から、研究で使用した水砕スラグを主成分とした新しい地盤置換材が実用性に優れているといえる。

参考文献：鉄道構造物等設計標準

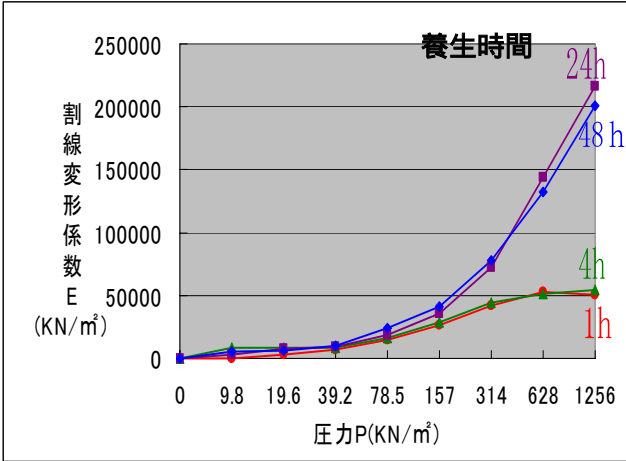


図 - 3 割線係数と圧力

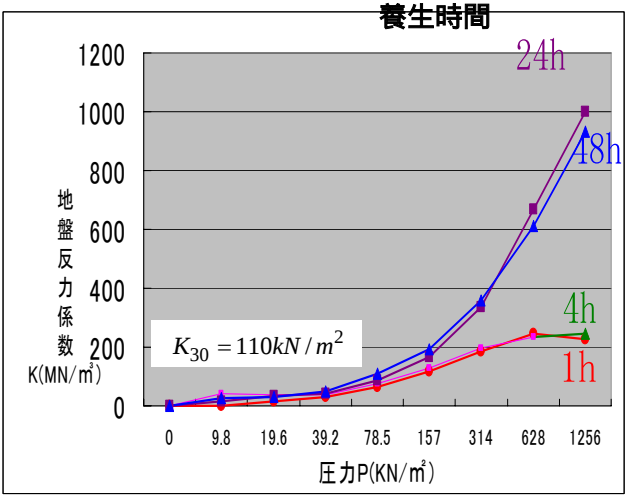


図 - 4 地盤反力係数と圧力

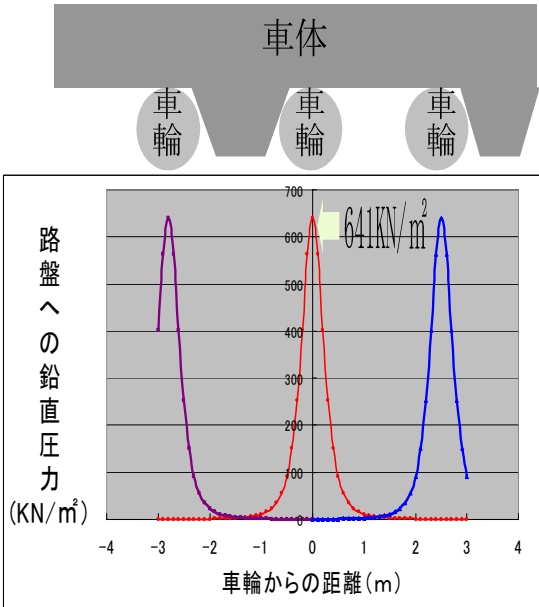


図 - 5 路盤の鉛直圧力分布