

撥水材を用いた安定処理土の強度特性

鹿島建設(株) 正会員 ○三上 大道 北本 幸義 岡本 道孝
上本 勝広 照井 秀幸

1 はじめに

我が国において、固結工法による地盤安定処理を行う場合、一般にセメント、石灰等の固化材が用いられる。一方、海外では土粒子同士を固結すると同時に地盤に撥水性を付与する添加材が開発されており、未舗装道路や畦道等の表層安定処理に適用されている。本報では、道路下層路盤の安定処理に撥水材を用いるための基礎的検討として、撥水材による安定処理土の一軸圧縮強さに及ぼす養生条件の影響について報告する。

2 シリコン系撥水材の概要

本検討で使用した撥水材は、カリウムメチルシリコネートを主成分とする液体で、空気中の二酸化炭素と反応して架橋構造(メチルシリコーンレジン)を形成する¹⁾。この架橋構造は撥水性を有するため、土と混合した場合、浸水による強度低下や凍結・凍上の抑止に効果を発揮すると同時に、土粒子同士を固結して土の強度特性も改善する(図1)。

3 試験条件・試験方法

表1、表2にそれぞれシリーズ1、2の試験条件を示す。供試体寸法を考慮して、シリーズ1では26.5mm以下、シリーズ2では9.5mm以下に粒度調整したクラッシュランに所定量の撥水材、水を添加して撥水材による安定処理土を作製した。

シリーズ1では、舗装調査・試験法E011(A法)²⁾に準拠して、φ100mm、h127.3mmのモールドを用いて、締固めエネルギー1Ecの突固めにより供試体を作製した。その後、水浸養生の有無が一軸圧縮強さに及ぼす影響を確認するため、case1~6では7日間の20℃気中養生、case7~12では6日間の20℃気中養生後に1日の20℃水浸養生を行った上で一軸圧縮試験を実施した。なお、後者では下層路盤への適用を念頭に、舗装調査・試験法E013(セメント安定処理土)²⁾の養生方法を参考とした。

シリーズ2では、締固めエネルギー1Ecの突固めにより供試体(φ50mm、h100mm)を作製した。養生温度が強度発現特性に及ぼす影響を確認するため、20℃、40℃環境下で、養生時間を3hから最長168hまでパラメトリックに変動させた気中養生を行った後、一軸圧縮試験を実施した。

4 結果と考察

4.1 水浸養生の有無による影響の検討(シリーズ1)

図2に一軸圧縮強さと撥水材添加量の関係を示す。7日気中養生のケースに関しては、6L/m³程度までの添加量増加に伴い一軸圧縮強さは増加したが、それより添加量を多くしても一軸圧縮強さに変化はみられなかった。安定処理土の母材の物理特性や供試体作製時の初期含水比(5.5%)等に応じて、固結に寄与する撥水材の添加量には上限値が存在し、それを上回っても固結に寄与しにくくなると推測される。

一方、1日水浸させたケースでは、6L/m³以上の添加量でも一軸圧縮強さが増加したものの、7日気中養生した

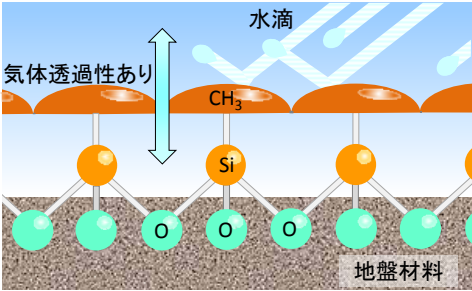


図1 改質原理

表1 試験条件(シリーズ1)

case	撥水材 添加量 (L/m ³)	作製時 含水比 (%)	養生方法、期間	供試体 寸法	
1	0	5.5	20℃氣中7日	φ 100mm, h127.3mm	
2	2				
3	4				
4	6				
5	10				
6	20				
7	0		20℃氣中6日 + 20℃水浸1日		
8	2				
9	4				
10	6				
11	10				
12	20				

表2 試験条件(シリーズ2)

case	撥水材 添加量 (L/m ³)	作製時 含水比 (%)	養生方法	養生 時間 (h)	供試体 寸法
1	10	8.5	20℃気中	3	φ50mm, h100mm
2				6	
3				24	
4				48	
5				120	
6				144	
7				168	
8			40℃気中	3	
9				6	
10				24	
11				48	
12				72	
13				96	
14				168	

キーワード 撥水材, 地盤安定処理, 一軸圧縮強さ

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株) 技術研究所 TEL042-489-6542

供試体と比べると 1 日水浸させた供試体の一軸圧縮強さは総じて小さく、添加量が少ない領域では水浸の影響により強度低下が生じたと考えられる。ただし、添加量を 20L/m^3 まで増加させるとその影響は見られなくなった。

シリーズ 1 は舗装調査・試験法に準拠して供試体を作製しており、水浸養生の有無によらず添加量 10L/m^3 以上の場合に一軸圧縮強さがセメント安定処理下層路盤の品質規格 (980kN/m^2)³⁾ を満たしたため、撥水材安定処理土は下層路盤材として適用可能といえる。

図 3 に添加量と、撥水性の指標として一軸圧縮試験時の含水比の関係を示す。添加量 6L/m^3 以上で供試体の強度が変化しない気中養生では、含水比の変化も見られないのに対し、一日水浸させたケースでは、添加量の増加に伴い強度の増加、および含水比の低下がみられるが、これは撥水性が向上することで水浸による影響が生じにくくなった効果と考えられる。ただし、同じ強度を呈する 20L/m^3 の添加量の場合、両者の含水比にはやや差異が生じているが、この原因については今後も検討が必要である。

4.2 養生温度が強度発現特性に及ぼす影響の検討(シリーズ 2)

図 4 に一軸圧縮強さと養生時間の関係を示す。養生時間 24h 程度までは 40°C 養生の方が一軸圧縮強さは大きい傾向を示した。当撥水材は乾燥に伴い反応が進む性質を有しており、強度発現において養生温度は重要な要素の一つと考えられる。ただし、養生時間 24h を超えると、いずれの養生温度の場合も一軸圧縮強さは概ね同程度の値となり、比較的初期において養生温度の影響が大きいといえる。

また、図 5 に示すように、いずれの養生温度でも 24h 程度で一軸圧縮試験時の含水比は 1%以下まで低下した。養生時間 24h 程度で一軸圧縮強さの増加も概ね収束しており、この段階で撥水材の反応が概ね終了したと考えられる。このように撥水材による安定処理土の発現強度は、その時点の含水比と相関があることを確認できた。早期の交通解放等を考慮した場合、温風等の養生によって強度発現を早める等の対応が有効と考えられる。

5 まとめ

撥水材による安定処理土に対し、水浸養生の有無、及び養生温度を変化させた供試体で一軸圧縮試験を実施した。その結果、水浸の影響による強度低下が認められたものの、水浸養生の有無によらず添加量 10L/m^3 以上では一軸圧縮強さがセメント安定処理下層路盤の品質規格 (980kN/m^2) を満足することを確認した。また、気中養生したケースでは、一定以上の撥水材を添加しても一軸圧縮強さは増加しなくなり、一定値に収束することを確認した。養生温度を変化させた場合、養生温度が高い方が強度発現が早く、早期強度発現を図る場合は強制乾燥等が有効と考えられる。ただし、常温でも 24 時間程度で反応は終了することを確認した。

謝辞 本検討を行うにあたり撥水材の提供および貴重なご意見をいただいた旭化成ワッカーシリコーン株式会社の方々に謝意を表します。

<参考文献> 1) 照井ら：撥水材による軟岩のスレーキング抵抗性の改善，第 50 回地盤工学研究発表会，2015。

2) 社団法人日本道路協会：舗装調査・試験法便覧，2007。 3) 社団法人日本道路協会：舗装施工便覧，2006。

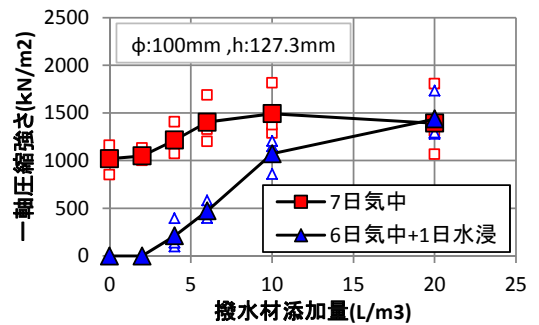


図 2 一軸圧縮強さと撥水材添加量の関係

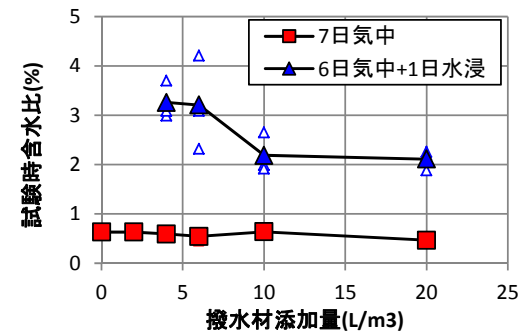


図 3 試験時含水比と撥水材添加量の関係

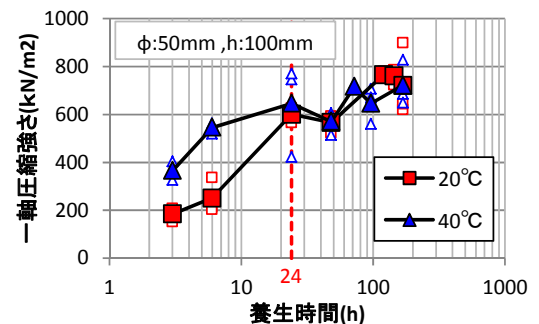


図 4 一軸圧縮強さと養生時間の関係

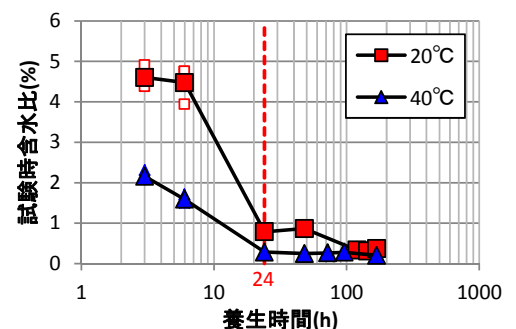


図 5 試験時含水比と養生時間の関係