

材料の特殊性に着目した砂防ソイルセメントの強度特性（その3）

日本工営株式会社

○藤澤久子・小林浩二・三池力・松田悟・伊藤隆郭

1. はじめに

ソイルセメントの強度は粒度分布の影響を大きく受けるが¹⁾、類似した粒度分布であってもその他の要因で発現強度が異なる場合があり、砂防ソイルセメントの強度特性に影響を及ぼす、現地発生土砂の性状の把握が必要である。購入砕石を用いて模擬的に酸性材を作製し、強度発現の違いについて検討した結果、粒度分布および諸密度が等しい材料であっても、配合強度の発現に違いがあり、酸性材の方が強度は約5割、湿潤密度が5%程度小さい結果が得られた²⁾。目標強度レベルはセメント添加量が中程度(140kg/m³)でレベルⅢを満足する高強度が得られた³⁾が、ソイルセメントの母材として、長期強度特性が懸念されたことから、本検討では、酸性材について長期的な強度発現を確認するため、材齢3、6、12ヵ月の圧縮強度試験を行ったので、以下に結果を報告する。

2. 使用材料および材料試験結果

本検討では図1に示すとおり、単位セメント量150kg/m³時の目標強度レベルⅢ(以下、粗粒材とする)の粒度分布に相当する材料を、購入砕石等の粒度調整により作製した。酸性材については、粗粒材を酸性液に水浸させ、模擬的に酸性材としたものを作製した^{2),3)}。なお、酸性の程度はpH2とした。

材料試験結果を表1に示す。粒径5mm以上の吸水率が0.91%、5mm以下でも1.72%とコンクリート砕石としても使用可能な材料であり、締固め試験による最大乾燥密度は2.262g/cm³、最適含水比は7.5%であった。

表1 材料試験結果

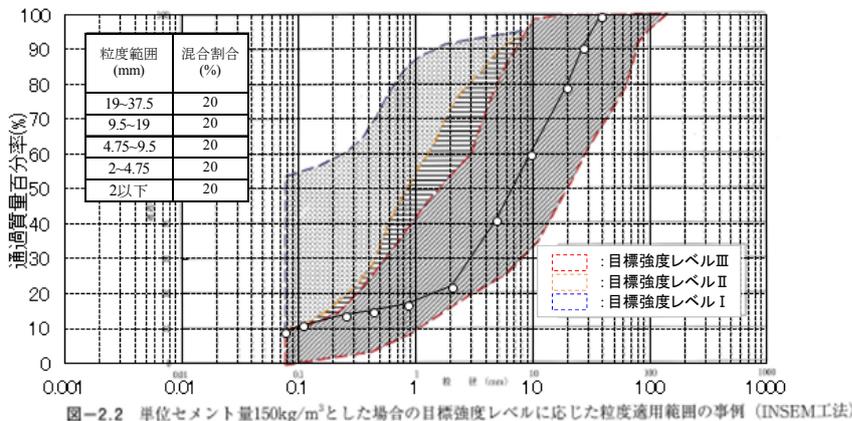


図-2.2 単位セメント量150kg/m³とした場合の目標強度レベルに応じた粒度適用範囲の事例 (INSEM工法)

図1 材料の粒度分布

項目	粗粒材	
	粒径5mm以上	粒径5mm以下
密度	土粒子の密度 ρ _s (g/cm ³)	
	2.749	
	表乾比重	2.705
	絶乾比重	2.681
吸水率(%)	0.91	1.72
含水比(%)		0.6
粒度	細粒分含有率(%)	
		9.5
締固め特性	最大乾燥密度 ρ _{max} (g/cm ³)	
	2.262(1Ec)	
		最適含水比 w _{opt} (%)
		7.5(1Ec)
単位容積質量	絶乾状態 (kg/L)	
	1.974	
		実積率 (%)
		74.5

3. 試験内容

INSEM 工法のソイルアプローチにより供試体の作製を行った。供試体は直径15cm、高さ30cmの円柱供試体、配合試験条件は、単位セメント量140kg/m³とし、目標含水比はw_{opt}~w_{opt}-1.5%に設定した。セメントは高炉セメントB種を用いた。

長期強度特性の検討については、通常の屋内での気中養生と、屋外での養生を実施した。屋外養生は、日照、雨、雪、風などの自然状態における大気環境下で、供試体を直接暴露し、温度および降雨量の計測を行った。屋外養生(暴露試験)の様子を写真1に示す。



写真1 暴露試験の様子

4. 試験結果

図2に暴露試験場の年間降雨量を示す。つくば市の平均降雨量と比較して、8月～12月の降雨量は少なく、1月からはやや多めの降雨が観測された。図3に示す年間平均気温は、地表に近い気温を計測しており、全体的につくば市の平均気温を上回る気温であった。

養生1年経過後の供試体の状態を写真2に示す。屋内で気中養生を行った、pH未調整の粗粒材と酸性材供試体の外観に違いは見られないが、屋外養生を行った酸性材供試体は、表面に藻が生え、外観に変化が見られた。

図4は、一軸圧縮強度と養生日数の関係であり、養生日数の経過とともに強度増加する傾向が確認された。屋内養生と屋外養生の明瞭な強度の違い、pH未調整の粗粒材と酸性材の強度の違いは確認できなかったが、pH未調整の粗粒材の強度増加率(傾き)が最も大きく、次いで、酸性材の屋内気中養生、屋外養生の結果であり、更に長期材齢では、強度特性に差異が生じる可能性があると考えられる。

図5は養生28日の一軸圧縮強度を基準に、各養生日数での一軸圧縮強度の増加割合と養生日数の関係を示したものである。酸性材は養生日数の増加に伴い、強度増加が収束傾向にあるのに対し、粗粒材は更に強度増加する可能性がみとれる。

5. おわりに

養生期間1年では、直接暴露を受ける供試体も強度増加の傾向を示した。今後、2年、3年の試験結果を蓄積し、特殊材(強酸性、強アルカリ性等)を用いたソイルセメントのデータ蓄積を継続して行っていきたいと考えている。ソイルセメントの母材として、特殊材の使用における参考となれば幸いである。

参考文献: 1)(財)砂防・地すべり技術センター:砂防ソイルセメント設計・施工便覧,平成23年10月
 2)藤澤他:材料の特殊性に着目した砂防ソイルセメントの強度特性,砂防学会研究発表会,平成27年5月
 3) 藤澤他:材料の特殊性に着目した砂防ソイルセメントの強度特性(その2),砂防学会研究発表会,平成28年5月

降雨(月ごと2016年5月～2017年3月)

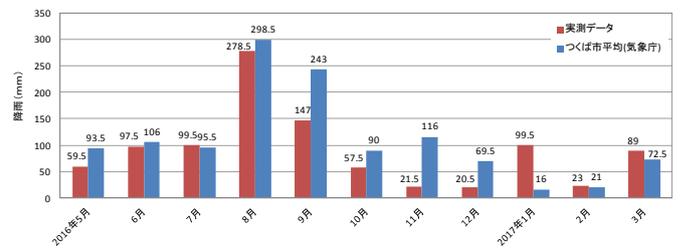


図2 暴露試験場の年間降雨量

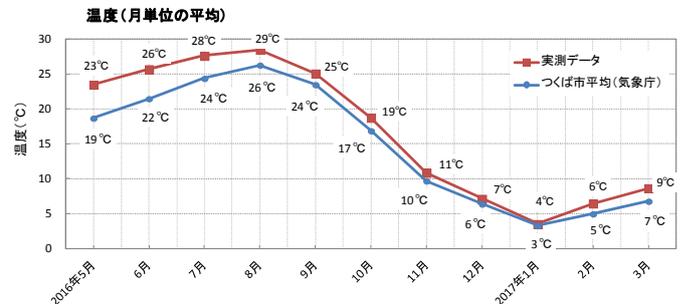


図3 暴露試験場の年間平均気温

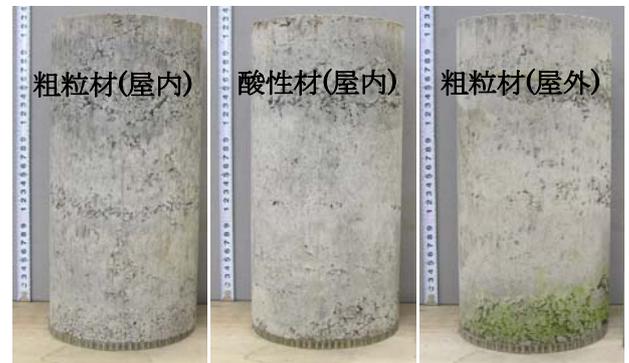


写真2 試験前供試体(養生1年経過後)

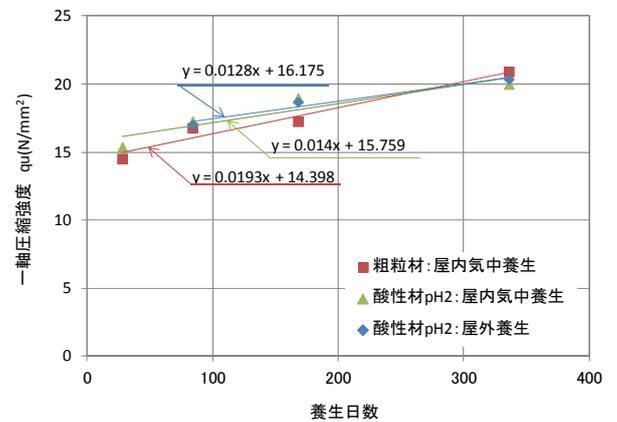


図4 一軸圧縮強度と養生日数の関係

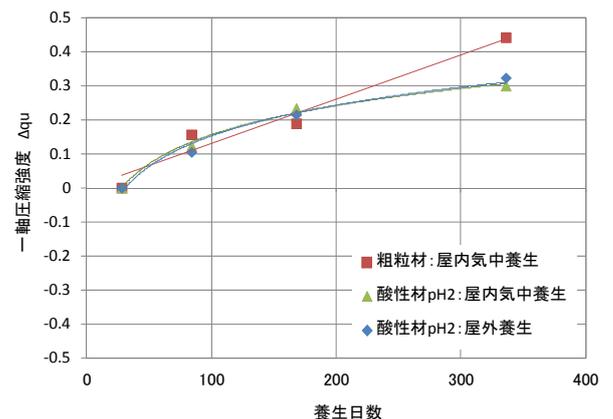


図5 一軸圧縮強度の増加率と養生日数の関係