P-137

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４）

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/m^3)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、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 [4]。材齢 2 年の試験結果と合わせて、以下に報告する。

2. 使用材料

本検討では図 1 に示すとおり、単位セメント量 150kg/m^3 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),4]。酸性の程度は pH2 とした。

使用材料の物性値を表 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/cm^3、最適含水比は 7.5%であった。

表 1　材料特性

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	2.647
	絶乾比重	2.681	2.602
	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_{dmax}(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	

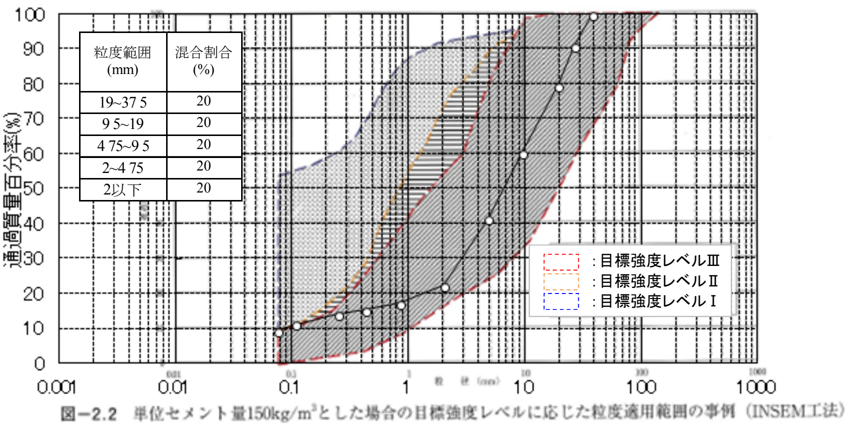

図 1　材料の粒度分布

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/m^3 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

養生２年経過後の供試体の状態を写真２に示す。

pH 未調整の粗粒材と酸性材で、供試体の外観に違いが見られた。含水比は粗粒材で 4.4%、酸性材で 5.1%、4.5%であり大きな違いはないが、供試体表面の状況が異なり、作製時のばらつきと考えられる。屋内で気中養生を行った酸性材と屋外養生を行った酸性材では、屋外の供試体に藻が広がり、外観に違いが見られた。

図２は乾燥密度と養生日数の関係であり、養生６カ月の供試体および養生２年の粗粒材の密度が小さかった。図３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。養生２年の粗粒材は 19.4N/mm² と酸性材と比較して小さく、圧縮強度は密度に相関関係があることから、養生期間における強度増加より密度の影響が大きかったと考えられる。図４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。強度増加はいずれも収束の傾向にあるものの、酸性材は屋内養生したものより、屋外暴露した供試体のほうが強度増加しており、更に強度増加する可能性があると考えられる。

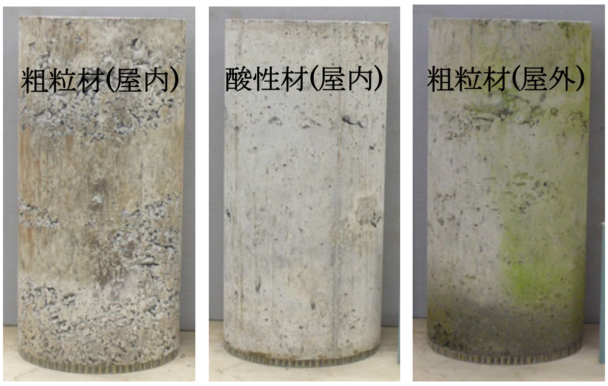

写真２　試験前供試体（養生２年経過後）

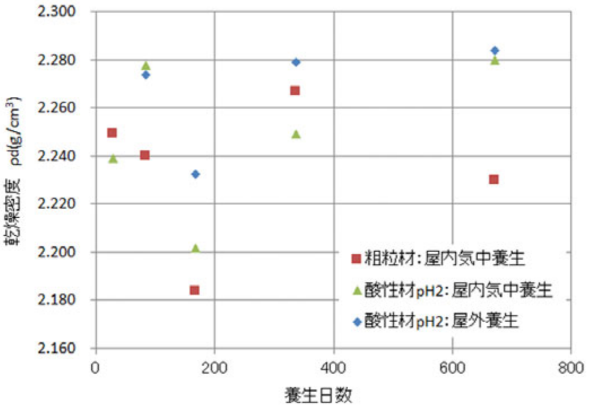

図２　乾燥密度と養生日数の関係

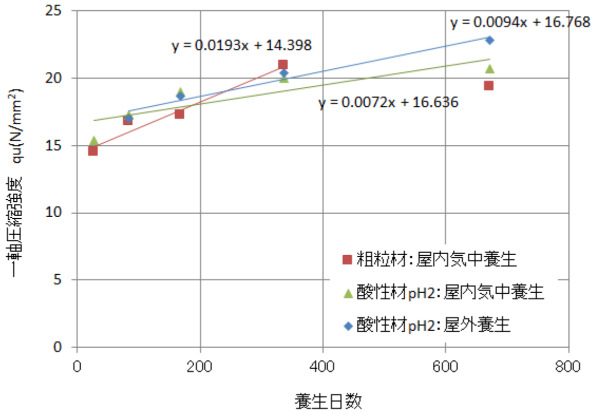

図３　一軸圧縮強度と養生日数の関係

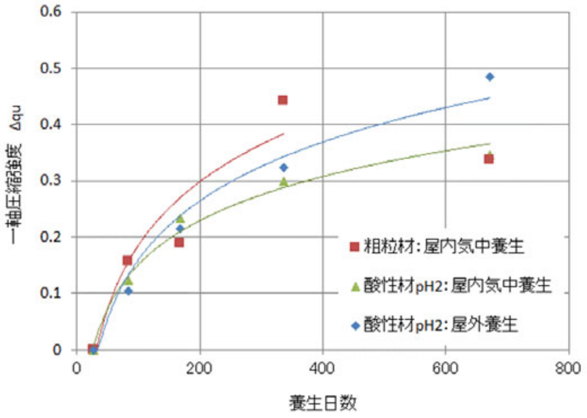

図４　一軸圧縮強度の増加率と養生日数の関係

5. おわりに

養生期間２年においても、直接暴露を受ける酸性材も強度増加の傾向を示した。ソイルセメントの長期強度特性に関しては、施工後９年のサンプルコアにおいても強度増加した事例報告がある [5] ことから、長いスパンで考える必要があり、今後も特殊材（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。

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
4) 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3）,砂防学会研究発表会,平成29年5月
5) 川村ら：砂防ソイルセメント(INSEM)の経年変化に関する調査,砂防学会研究発表会,平成24年5月