

砂防ソイルセメントの耐摩耗性、耐凍結融解性について

(株)エイトコンサルタント ○片山 哲雄、藤原 健一  
 国土交通省天竜川上流河川事務所 三上 幸三、松岡 三男、鬼頭 政徳  
 京都府立大学大学院農学研究科 松村 和樹

1. はじめに

近年、砂防ソイルセメントの砂防構造物への利用が、環境負荷の軽減やコストの縮減を目的として推進されている。既に、全国的には実用化された事例が多くあり、構造物の構成材料としては確立されつつある。今後利用を促進するためには、強度や密度といった諸物性値の把握が重要になるが、砂防構造物が設置される地域条件を考慮すると、耐摩耗性や耐凍結融解性をどの程度保有しているか、把握の必要がある。これらの性能が明らかになれば、地域の気象条件によって、土砂の質によって、適用部位等を使い分けることが容易になると考えられる。

本研究では、天竜川上流河川事務所管内の砂防構造物計画地付近の掘削土砂を利用し、砂防ソイルセメントの耐摩耗性、耐凍結融解性について実験し、その結果について考察した。

2. 実験概要

2.1 使用土砂

使用土砂の性状は下表のとおりである。

採取河川	採取箇所	地質帯	土砂の特徴
山室川	山室砂防えん堤堆砂域	三波川帯	礫分が比較的多い。細骨材の吸水率が高い
鹿塩川	女高砂防えん堤堆砂域	三波川帯と秩父帯が混在	礫分が多い。シルト粘土分少ない、細骨材の吸水率低い
小渋川本川	大河原床固工施工地	三波川帯と領家帯が混在	礫分が多い。シルト粘土分少ない、細骨材の吸水率低い
与田切川	与田切床固工施工地	領家帯	礫分が少ない。シルト粘土分多い、細骨材の吸水率高い

なお、練混ぜ用の各土砂は、現地でスケルトンバケットを使用して 80mm 以下に分級した。採取後は試験室まで運搬後、ビニール袋詰めし土砂含水比を一定に保った。

2.2 供試体作製

砂防ソイルセメントの配合は、セメント量-土砂含水比の組合せで右表のとおりとした。摩耗試験と凍結融解で試験ケースが異なるのは、第一段階の配合時に摩耗試験を行い、第二段階配合時に凍結融解試験を行ったためである。練混ぜはミキサー混合、供試体作製は JISA1132 に従った。なお、摩耗試験、凍結融解試験ともに、21N/mm<sup>2</sup> のコンクリート供試体について同様の試験を行った。

2.3 摩耗試験

確立された手法がなく次の簡易器具を作成した。試験器具は、一定量の重量を載せたワイヤーブラシを供試体切断面に垂直にかけ、ワイヤーブラシを一定回数だけ往復させた。摩耗度の計測については、試験前後の質量損失を計測した。

2.4 凍結融解試験

凍結融解試験は、ASTMD 560-57 に準じた。①凍結 (-23℃以下を 24 時間) と②水中融解 (21℃±1℃を 23 時間) の過程を 1 サイクルとし、12 サイクル繰り返した。また、1 サイクル毎に②の工程後一定の力で全面を 2 回かき削り、質量と動弾性係数を計測した。

使用材料	セメント量 (kg/m <sup>3</sup> )	土砂含水比 (%)	摩耗試験 ケース	凍結融解 ケース
山室川	100	4.7※	○	
	100	10	○	
	100	15	○	
	150	8		○
	200	8		○
	200	10	○	
鹿塩川	100	6.4※	○	
	100	10	○	
	100	15	○	
	150	8		○
	200	8		○
	200	10	○	
小渋川	100	4.1※	○	
	100	10	○	
	100	15	○	
	150	8		○
	200	8		○
	200	10	○	
与田切川	100	6.0※	○	
	100	10	○	
	100	15	○	
	150	8		○
	150	10		○
	150	12		○
	200	8		○
	200	10	○	
	200	12		○
300	10	○		

※は自然状態の含水比

### 3. 実験結果及び考察

#### 3.1 強度特性

- ・セメント量の増加に伴う強度増加傾向が顕著であった。
- ・土砂含水比は山室川、与田切川では8%が強度のピークになり、鹿塩川、小渋川は土砂含水比が高いほど強度が高くなった。

#### 3.2 摩耗試験結果

セメント量が多い程、土砂含水比が低い程損失量が少ない。特に圧縮強度との関係は密接で、3~5N/mm<sup>2</sup>より強度が下回ると摩耗損失量が増大する(図1)。また、コンクリート(21N)の質量損失率を下回るケースも3ケース確認できた。耐摩耗性は、セメントの水和反応により支配されると考えられるが、摩耗現象がペースト、モルタル部分の侵食とそれに呼応した骨材欠落により拡大することからも、細粒分の多い与田切の摩耗量の著しさが裏付けられる。

#### 3.3 凍結融解試験

質量損失率はセメント量が少ない程、土砂含水比が高い程高くなった。相対動弾性係数も同様に低下する傾向にあった。また、質量損失率について、材料間の差異は少ないが土砂含水比による差異は比較的大きい(図2)。

強度と耐凍結融解性の関係についても図3に示すように密接な関係を見出すことができた。

強度はコンクリートが最も高いが、相対動弾性係数では与田切川のC150-W8、C200-W8の値が、質量減少率では山室川、鹿塩川、小渋川及び与田切川のC200-W8の値が低く耐凍結融解性が高いといえる。

一般的に、コンクリートの耐凍結融解性は、30~250 $\mu$ mの極めて微細な空気泡を一定量確保し、混合時に混入される大きな空気泡を減少

させること、水セメント比を下げることにより向上すると判っている。砂防ソイルセメントでは、できるだけ土砂含水比を下げることにより、耐凍結融解性を高めることができそうである。

#### 4. まとめ

砂防ソイルセメントは、配合により耐摩耗性、耐凍結融解性が異なることが判った。耐摩耗性は細粒分の含有率なども支配要因と推定された。また、両者とも発現強度と密接な関係があり、配合によってはコンクリートより高い耐久性を示す。しかし、長期的な影響など、外部保護材の有無について議論するレベルではない。本研究は一定の条件下での試験データの結果であり、今後は長期的な変動や自然界での実現象を確認する必要があると考えられる。

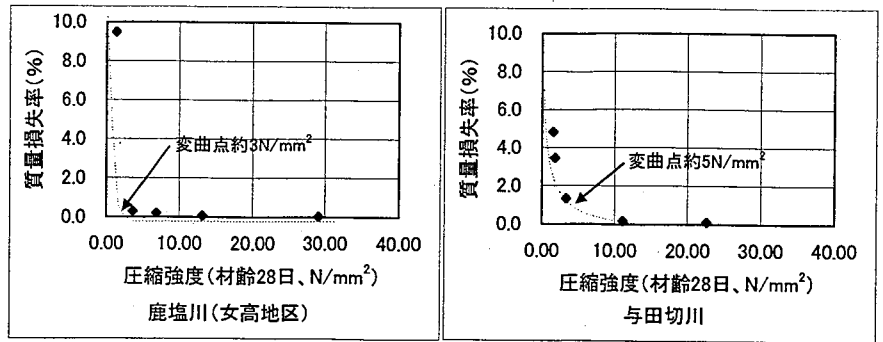


図1 圧縮強度と摩耗質量損失率の関係(鹿塩川、与田切川)

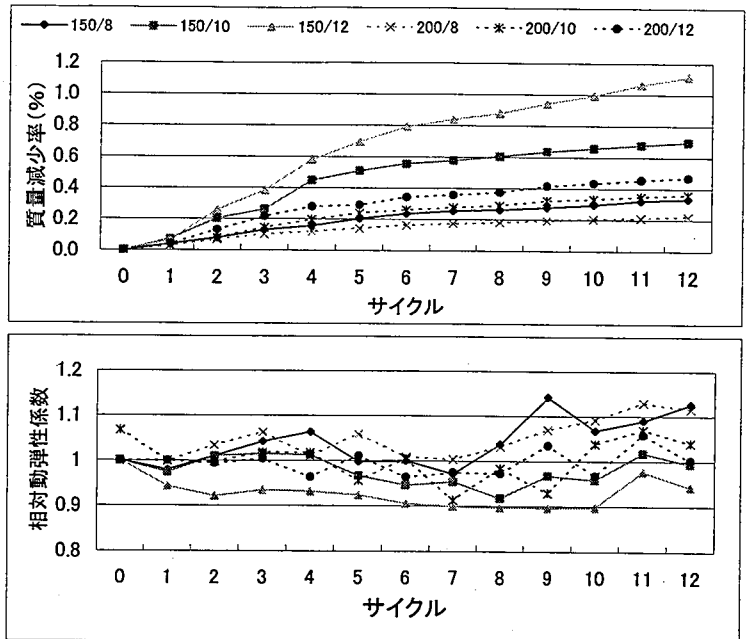


図2 凍結融解による質量損失率と相対動弾性係数の推移(与田切)

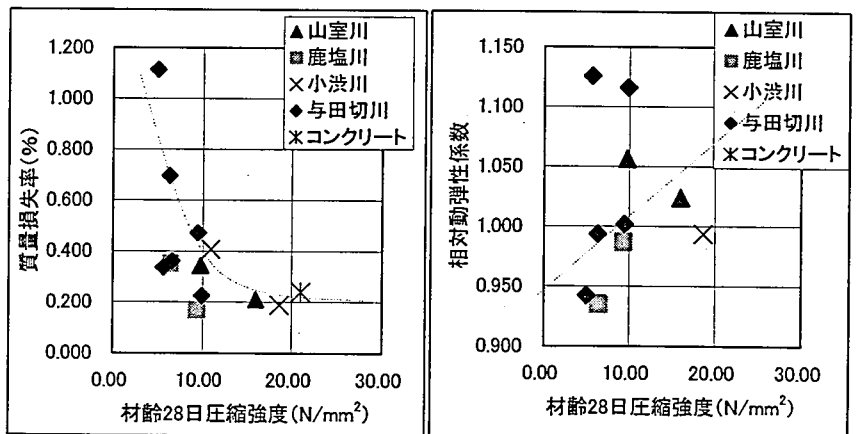


図3 圧縮強度と質量損失率及び圧縮強度と相対動弾性係数の関係