

「砂防ソイルセメント配合試験において混入礫径が発現強度に及ぼす影響についての一例」

玉野総合コンサルタント(株) 古澤邦彦, 法安章二, ○深谷雄二, 石垣勝之

1. はじめに

コスト削減・建設リサイクルの観点から砂防ソイルセメント工法は、近年の砂防施設に用いられつつある。砂防ソイルセメントに使用される骨材は、転圧の関係から最大粒径を 80~150 mmと規定しており、強度把握のために行われる配合試験で使用される供試体の直径は、ほとんどの場合、10 cmないし 15 cmである。試験試料の最大礫径については、コンクリートの強度試験用供試体の作り方(JIS A 1132)では、供試体の直径は最大骨材寸法の 3 倍以上かつ 10 cm以上と規定されている。一方、粗粒土の供試体作成では、最大粒径と供試体直径の関係がせん断強度に影響を及ぼさないためには、最大粒径(Dmax)に対する供試体直径(d)の比(d/Dmax)が 5 以上は必要であるとされており、同じ供試体直径の場合、コンクリートに比べ許容される最大礫径は小さくなっている。

砂防ソイルセメントは、コンクリートと粗粒土の中間的な性質を持つと考えられ、本研究では砂防ソイルセメント配合試験において最大礫径(Dmax)と供試体直径(d)の比(d/Dmax)と発現強度の関係を把握するための配合試験を実施した。また、本研究では、供試体直径の違い(寸法効果)による配合試験も実施しており、以下に試験結果について報告する。

2. 試験試料の概要

試験試料は、長野県内の木曾川支流にある既設えん堤堆砂敷で採取した試料であり、上流域の地質は花崗岩(木曾駒花崗岩)からなる。表 1 に試験試料の物理特性を示す。粒度特性は、礫分 50.7%、砂分 44.8%と粗粒分が 95.5%を占め、細粒分は 4.5%と少ない試料である。均等係数は $U_c=15.7$ と大きく、粒径幅の広い試料である。

3. 試験条件

供試体の大きさは、一般的に行われる直径 $d=15$ cm, 高さ $h=30$ cmとした。試験試料は、最大礫径(Dmax)をそれぞれ 75 mm, 53 mm, 37.5 mm, 26 mmに調整した A~D の 4 試料で試験を実施した(図 1 参照)。各試料の供試体直径に対する最大礫径について表 2 にまとめた。図 1 に示すように試験試料の粒度は概ね直線的な形状となっており、カット粒径した各試料の均等係数は、 $U_c=14\sim17$ と近い値となっており、相似形の粒径分布といえる。

一方、供試体直径(d)の違いによる配合試験では、 $\phi 5$ cm, $\phi 10$ cm, $\phi 15$ cmの 3 種類の供試体において、供試体直径と最大礫径比(d/Dmax)を一定(≈ 5)として試験を実施した。

配合試験に用いるセメントは高炉セメン

表 1 試験試料の物理特性

試験項目	深度 (GL- m)	0.30~1.10	
	地層名	谷底堆積物	
ふるい分け試験	試料状態	攪乱試料	
	粗石分 (75~300 mm) %	—	
	礫分 (2~75 mm) %	50.7	
	砂分 (0.075~2 mm) %	44.8	
	シルト分 (0.005~0.075mm) %	4.5	
	粘土分 (0.005mm未満) %	—	
	最大粒径 mm	75	
分類名	粒径幅の広い砂質礫		
	分類記号 (GWS)		
密度・吸水率試験	ケース	粗骨材	細骨材
	絶対密度 Gb g/cm^3	2.605	2.360
	吸水率 Wa %	1.30	4.09
単位容積質量試験	単位容積質量 kg/m^3	1.827	
	実績率 %	70.1	
締固め試験	試験方法	Ec100%	
	最大乾燥密度 ρ_{dmax} g/cm^3	1.991	
	最適含水比 wopt %	10.5	
含水比試験	自然含水比 wn %	12.6	

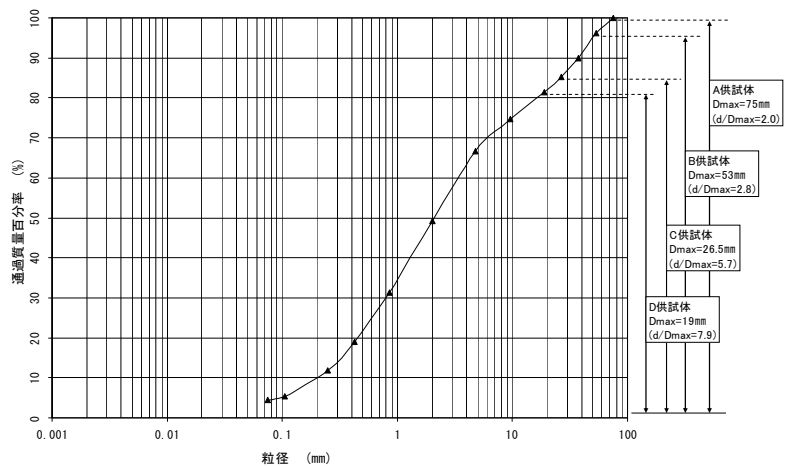


図 1 試験試料の粒度特性

ト B 種を用い、添加量は 200 kg/m³、材令は 7 日とした。なお、含水比は自然含水比に近い 12%とした。

4. 試験結果

①供試体直径と最大礫径比 (d/Dmax) の違いによる発現強度

試験結果を表 2 及び図 2 に示す。供試体直径と最大礫径の比 d/D_{max} と発現強度の関係は、 $d/D_{max} \geq 2.8$ となる B~D 供試体では d/D_{max} が大きくなると発現強度も僅かではあるが大きくなる傾向が伺える。一方、 d/D_{max} が最も小さい A 供試体($d/D_{max} = 2.0$)は、他の 3 供試体とはやや異なる傾向がみられ、B 供試体の圧縮強度に比べ高い値となった。

砂防ソイルセメント配合供試体において、強度的に最も弱い部分はセメントと礫間で、破壊はこの部分から進行すると考えられる。この観点から同じ径の供試体では、大きな礫を含む試料の方が破壊は進行しやすいと考えられ、B~D 供試体の試験結果はこれを反映しているのではないかと推測される。

また、A 供試体は供試体に対する最大礫径が大きいため、礫自体の強度が反映され、やや高めの値となっていると推測される。

表 2 d/D_{max} の違いによる配合試験結果

供試体No.	供試体直径 d(cm)	供試体高さ H(cm)	最大粒径 Dmax(mm)	d/Dmax	含水比 w(%)	一軸圧縮強度(N/mm ²)		
						①	②	平均
A供試体	15	30	75.0	2.0	12	2.097	2.030	2.064
B供試体	15	30	53.0	2.8	12	1.792	1.692	1.742
C供試体	15	30	26.5	5.7	12	2.030	2.157	2.094
D供試体	15	30	19.0	7.9	12	2.361	2.223	2.292

※セメント添加量は200kg/m³、材令7日の強度

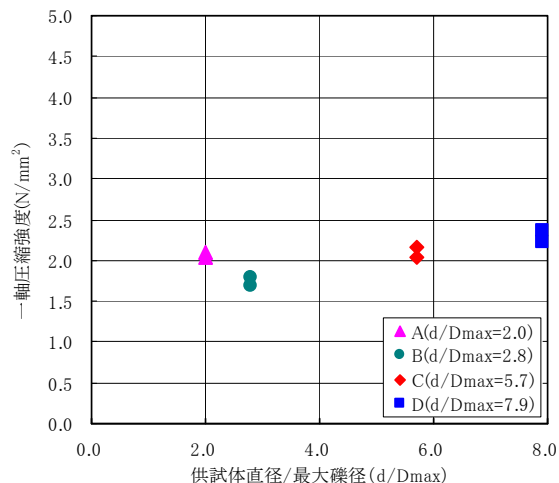


図 2 d/D_{max} と発現強度の関係

②供試体寸法の違いによる発現強度 (d/Dmax ≒ 5)

供試体の寸法効果に対する試験結果を表 3 及び図 3 に示すが、供試体直径に対する発現強度は概ね同様な値となっており、特に明瞭な関係は認められなかった。

表 3 供試体寸法効果による配合試験結果

供試体No.	供試体直径 d(cm)	供試体高さ H(cm)	最大粒径 Dmax(mm)	d/Dmax	含水比 w(%)	一軸圧縮強度(N/mm ²)		
						①	②	平均
C供試体	15	30	26.5	5.7	12.0	2.030	2.157	2.094
E供試体	10	20	19.0	5.3	12.0	1.654	1.733	1.693
F供試体	5	10	9.5	5.3	12.0	2.053	1.918	1.985

※セメント添加量は200kg/m³、材令7日の強度

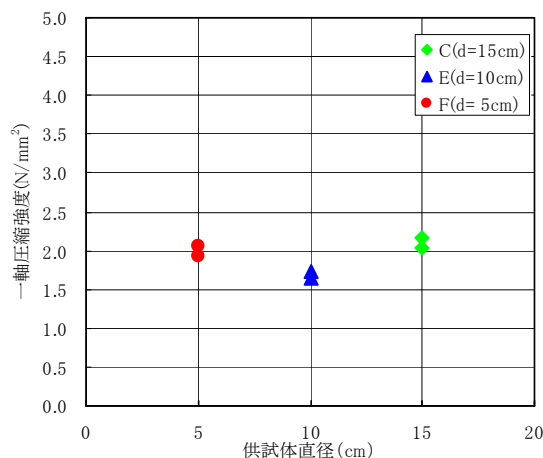


図 3 供試体直径と発現強度の関係

6. まとめ

砂防ソイルセメント配合供試体において、供試体直径と最大礫径比 d/D_{max} が 2.8 以上の供試体では、 d/D_{max} が大きくなると発現強度が高くなる傾向がみられた。また、 $d/D_{max}=2.0$ の場合は、礫の影響を受けていると考えられる結果となっており、 $d/D_{max}=3$ あたりが礫の影響を受ける目安となると推定される。この結果は、骨材寸法の 3 倍以上の供試体直径が必要であるコンクリートの強度試験用供試体の作り方(JIS A 1132)の基準に概ね合致した結果となっている。また、供試体の寸法効果については、概ね同様な値を示したが、この結果だけから寸法効果はないとは言い切れない。本報告は、試験数が少ないデータでの考察であるため、今後もデータを蓄積する必要がある。

【参考文献】※1)「土質試験の方法と解説」(社)地盤工学会