

053 鋼製砂防堰堤に用いる中詰材改良の実験的検討

住友金属建材株式会社 ○竹内大輔 飯田久雄
京都大学大学院農学研究科 水山高久

1 目的

近年、砂防事業における現地発生土の有効利用¹⁾の必要性が高まっており、堰堤本体においてもISMやINSEM²⁾の砂防ソイルセメント材料、もしくは鋼矢板二重壁やセル構造のような鋼製外殻構造の中詰土質材料として利用されている。鋼板セルを小径化して下流側に鋼製フレームを取り付けたCF型スリット³⁾にも中詰材として現地発生土を利用するが、この場合、過度に変形沈下しない、万一生じた外殻の亀裂から吸い出しを受けない、礫の衝突に対して緩衝効果を有する、という必要がある。本報告はセメント混合改良して転圧しない土により前述の要求を満足することを目標とし、その性質を実験的に検討するものである。

2 検討概要

本検討では2回に分けて試験を実施した。一次試験は混練を実験室規模で実施、セメント量や砂・水比等をパラメーターとして、混練状況、供試体の強度・耐水性などを調査し、二次試験の配合と実験方法の実施要領確認を行った。二次試験は実施工に準じた規模の混練と使用状態に近い供試体の作成を行い、混練方法の確認、供試体の強度・耐水性・緩衝特性を検証して、改良方法の検討を行った。

3 一次試験

3.1 実験方法

供試体の配合は単位セメント量(以下,C)を25,50kg/m³の2種類と砂水比(以下,S/W)を5,7.5,10の3種類に変えた合計6種類とした。材料は生コン用陸砂と早強ポルトランドセメントを用いてオムニキサーにより2分間混練の後、一軸圧縮試験用にはφ50×L100mm、その他の試験用にはφ100×L200mmのサミット缶に充填して、脱型しやすいように3層分割・各層5回棒付き後テーブルフロー機で5回落下して締め固めた。供試体作成後7日後に一軸圧縮試験、流水曝露試験、落錘衝突試験を実施した。流水曝露試験はサミット缶の脱型面10mmをはがしてスリットを設けて上端面から約500ml/minの流量を30時間供給し、落錘衝突試験はサミット缶を横置きして約4.5kgの鉄球を80cmの高さから落下衝突させて、それぞれ状況を観察した。

3.2 実験結果と考察

一軸圧縮強さ σ_c は表1に示すようにC=25kg/m³で $\sigma_c=0.1\text{N/mm}^2$ 、C=50kg/m³で $\sigma_c=0.2\sim 0.3\text{N/mm}^2$ であり、鋼製外殻に拘束される実際の使用状態を考慮すると十分な強さと考えられる。なおC=25kg/m³でS/W=7.5,10の場合は脱型の際に供試体が崩壊しており、混練時の様子からもセメントが一様に混練されていないと思われた。流水曝露の結果、どの配合もほとんど土砂流出がなく、砂による同様の試験では30秒でほとんど流出したことから、セメントの混合による耐水性向上の効果は大きかった。落錘衝突試験ではS/Wが大きいほどへこみ量が大きく、どの配合もへこみ量は砂の場合と同等以上であり相当の緩衝効果があると思われた。

4 二次試験

4.1 実験方法

一次試験から配合は要求を満足しやすいと考えられたS/W=10に対してC=25,50,75kg/m³の3種類(以下、それぞれ配合a,配合b,配合c)と、比較のためS/W=5,C=50kg/m³の1種類(以下、配合d)、合計4種類とした。材料は一次試験と同じものとし、0.02m³ミニバックホウを用いて自然含水状態で5回混練の後、加水して3回混練した(写真1)。強度試験はφ500×L500mmの鋼管内に自然落下投入した供試体を用いてφ100mmの版で中央部を載荷して荷重～変位関係を求めた(写真2)。流水曝露試験は一次試験と同様の方法とした(写真3)。衝撃試験は剛性が小さく蓋のないL110×B165×h66mmのプラスチック容器に改良土を軽く詰めて約0.3kgの重錘を70cmの高さから落下衝突させた(写真4)。各種試験は一次試験同様、供試体作成後7日後に実施した。

4.2 実験結果と考察

混練はどの場合も3回程度で材料の混合は一様になり、加水後は2回までに水分が行き渡ったように見られた。版載荷試験結果(図1)についてはS/W=10ではCが大きいほど荷重が大きくなり、降伏荷重は配合cでは4kN、配合bでは2kNであったが、配合aでは明確な値が見られない。S/W=5の配合dでは降伏荷重は27kNと非常に大きく、水分が多く投入時に水締めがなされた結果と思われる。比較のため実施した3層分割・各層φ100mm角材で60回締めた砂の結果は配合bとほぼ同等の結果となった。流水曝露・落錘衝突試験の結果を表2に示す。流水曝露試験で、a配合は17時間後に崩落が始まったが、他の配合は45時間後にほとんど土砂流出がなかった。なお総流量は17,45時間で供試体容積の約320倍,850倍に相当する。落錘衝突試験の結果は、配合a,b,c,dの順に強度が増すほどへこみ量が小さく、配合b,cが砂と同等のへこみ量であり緩衝効果も同等と思われる。試験結果から総合的に配合bが最も必要性能を満足しやすいと考えられる。

5 まとめ

本実験にて当初目的の中詰材の作成方法を示すことができた。ただし、使用材料や施工状況などによっては材料の物性が変化することが考えられるので実施に当たってはこれらを考慮する必要がある。また、施工機械の選定、材料の含水比管理、品質管理などを確立する必要がある。

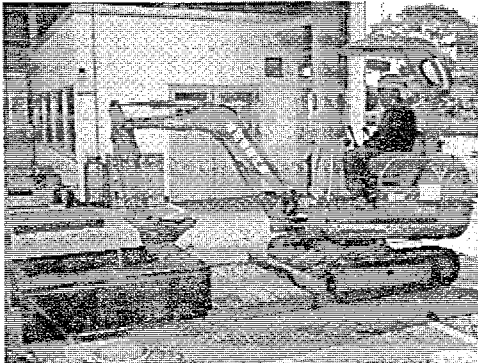


写真1 ミニバックホウによる混練状況

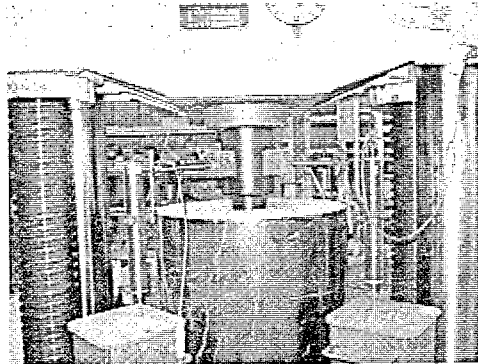


写真2 版載荷試験状況

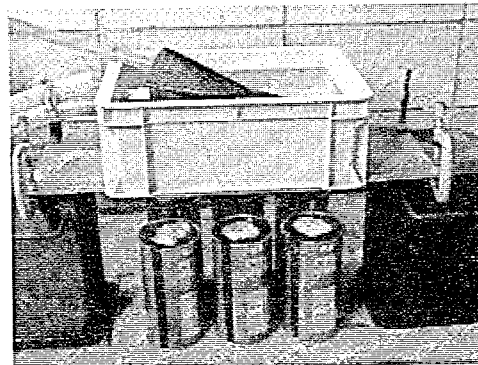


写真3 流水曝露試験状況

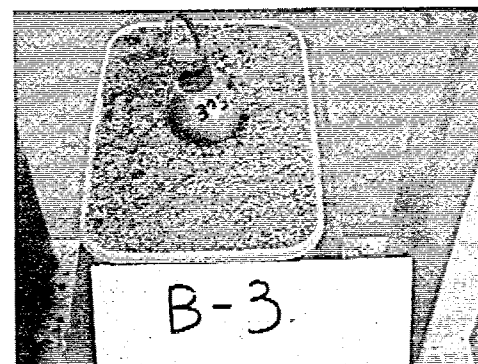


写真4 落錘衝撃試験状況

表1 一次試験の配合と一軸圧縮試験結果

単位 セメント量 C(kg/m ³)	砂・水比 S/W (重量比)	一軸圧縮試験					
		密度 ρ (g/cm ³)			圧縮強度 σ_c (N/mm ²)		
		TP1	TP2	平均	TP1	TP2	平均
25	5	2.090	2.087	2.089	0.093	0.081	0.087
25	7.5	試験前に供試体が崩壊して、試験実施できず。					
25	10	試験前に供試体が崩壊して、試験実施できず。					
50	5	2.077	2.074	2.076	0.211	0.156	0.184
50	7.5	1.820	1.856	1.838	0.242	0.284	0.263
50	10	1.772	1.788	1.780	0.299	0.312	0.306

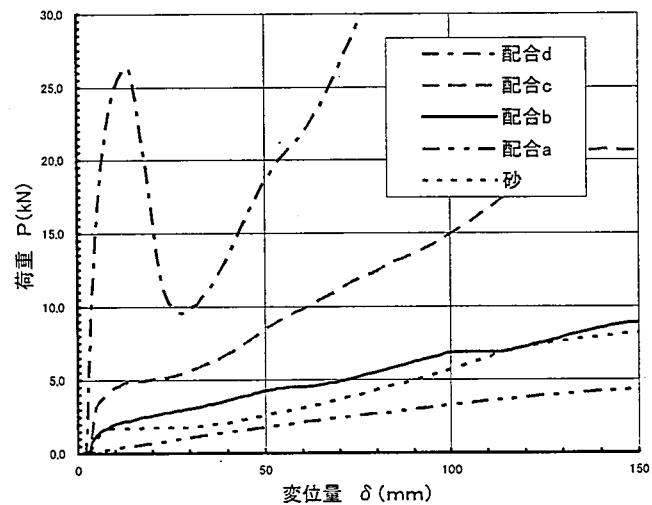


図1 版載荷試験の荷重～変位関係

表2 二次試験の配合と流水曝露・落錘衝突試験結果

記号	セメント C (kg/m ³)	砂・水比 S/W (重量比)	流水曝露試験		落錘衝突試験	
			観察結果 (崩壊有無)	水/供試体 (容積比)	深さ (mm)	形状 (mm)
a	25	10	17Hで崩壊	320	26.5	43 × 42
b	50	10	45H後なし	850	18.0	37 × 38
c	75	10	45H後なし	850	8.3	31 × 31
d	50	5	—	—	1.8	17 × 17
砂	—	—	30秒で崩壊	0.16	23.3	41 × 41

参考文献

- 1) 大野：砂防事業における現地発生土の有効利用，砂防と治水，Vol. 31, No. 5～Vol. 31, No. 6
- 2) 砂防ソイルセメント活用研究会：砂防ソイルセメント活用ガイドライン，鹿島出版会，2002
- 3) 竹内，飯田，水山，小田：小径鋼板セルダムの土砂捕捉機能に関する水理模型実験，砂防学会年次講演集，52-6，p. 56-60，2000