

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。しかし一方では、施工管理の難しさ、煩雑さが指摘されている状況もあり、今後、砂防ソイルセメントを普及するためには、砂防ソイルセメントの特質を十分把握し、施工管理を簡略化する必要があると考えられる。

そこで本報告では、天竜川水系と田切川において実施した砂防ソイルセメント試験施工の結果についてとりまとめ、砂防ソイルセメントの特質とそれによる施工留意点について考察した。

2. 試験施工の概要

試験施工の概要は次のとおりである。

- ・場所：与田切床固工群左岸部
- ・施工断面：1層0.3m厚を3層施工
- ・配合ケース：室内配合試験の結果を踏まえ、表1のとおり設定した。
- ・使用土砂：床固工施工中の掘削土砂
- ・施工方法（混合方法）：コンテナを用いたバックホウ混合（写真1参照）、その他表2のとおり。
- ・混合時間：セメントと土砂のみの空練後、加水して本練り。

時間は試験練により設定

- ・品質管理項目：品質管理項目は次のとおりとした。

■品質管理項目

1. 骨材（土砂）の品質

粒度試験（JISA 1204）、含水比試験（JISA 1203）

密度・吸水率試験（JISA 1109, 1110）

2. 構造体の品質

密度試験（RI法、砂置換法）

強度試験（供試体、コア）

なお、強度試験については、供試体は材齢7日、28日、91日及び1年、コアについては材齢28日、91日及び1年とした。供試体サイズはφ150×300mmとした。

3. 試験結果及び考察

3.1 強度発現状況

強度試験の結果、強度発現は次のとおりであった。

- ・材齢に応じた強度増加が見られる。増加率は若材齢ほど高いが、材齢91日では28日の1.5倍程度であり、1年は91日から5~10%増程度の伸びであった。
- ・材齢28日で2~6N/mm²程度の強度が発現した。
- ・単位セメント量と強度、含水比と強度に比例関係が見られる。含水比が低いとセメント量の増加に伴う強度増加が大きい。

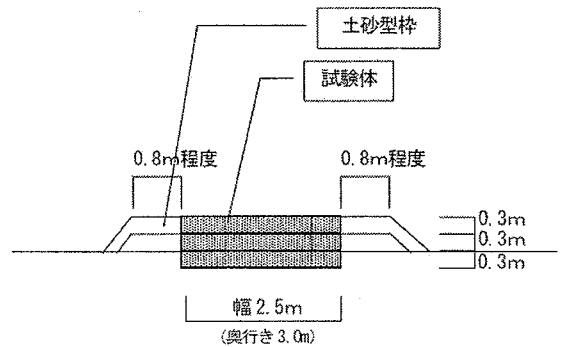


図-1 試験施工断面

表-1 試験施工の配合ケース

No.	ケース名	単位セメント量	土砂含水比
Case1	C150kg-W10%	150kg	10%
Case2	C150kg-W12%	150kg	12%
Case3	C150kg-W14%	150kg	14%
Case4	C200kg-W10%	200kg	10%
Case5	C200kg-W12%	200kg	12%
Case6	C200kg-W14%	200kg	14%

表-2 施工方法

施工区分	使用機材
練混ぜ	バックホウ (0.45m ³)
運搬	#
敷均し	人力
締固め	振動ローラ (3.5t級)
打継ぎ目（セメント散布）	人力
養生（土木シート）	人力

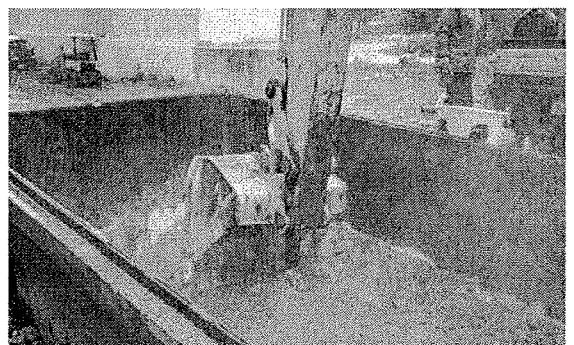


写真-1 バックホウによる混合状況

以上の結果より、施工実績がなく不慣れな施工であったが、品質管理を十分に行うことで所定の強度を発現させることができた（目標 $3\text{N}/\text{mm}^2$ としていた）。現場で作成した供試体とコアの強度差については、配合によってばらついた。これは、締固めの精度が強度発現に大きく関わっていることを示すものと考えられる。

3.2 土砂含水比の管理

強度試験結果から土砂含水比が強度に大きく影響していることがわかった。そこで、施工期間中の土砂含水比を整理すると図2のようになった。乾燥した土砂は加水調整可能であるが、高含水比を効率的に下げる対処法はない。今回施工の C150-W14% ケースの仕上状況を見ると（写真2）、少し波うっている状況がわかる。このように、土砂含水比が高くなると締固め施工性及び精度に支障をきたす場合が考えられるので、適切な土砂含水比の管理が必要となる。

3.3 密度の管理

締固め精度が強度に大きく影響する。また、砂防えん堤はその機能上、重量が重要なファクターである。そこで、RI法と砂置換法、供試体とコアの比較を図3に示した。図3より、計測方法によって値に大きな差異が生じている。これは、各方法によって計測深さが異なるためと考えられる。振動ローラで締固めた構造体は、表層は硬いが下部はあまり締められずその差があることを示している。締固めの仕上がり厚さや骨材の最大粒径は、仕上がりの密度のことも十分に踏まえて設定する必要がある。

3.4 構造体の透水性管理

砂防ソイルセメントの透水性については、あまり発表された事例を聞かない。今回、どの程度の透水性を有するか、簡易計測した。コア採取でできた孔を使用した簡易計測であり計測した時期が寒冷期であったため、結果は少し正確さを欠くが概ねの透水性は判った。計測の結果、 $10^{-6} \sim 10^{-4}$ 程度であることが判った。これは、 10^{-11} 程度のコンクリートと比べると、どちらかといえば土砂地盤に近い透水性を有することが判った。

4. まとめ

試験施工結果より、砂防ソイルセメント施工の品質及びその管理について考察した。前述の事項に留意すれば、効率的な施工管理が可能となると考えられる。

現場への適用性については、強度は土砂含水比 12~14% で $4\text{N}/\text{mm}^2$ 以上となった。この結果から基礎材料、堤体内部材としてはこのままで十分に使用可能といえる。外部材としては配合を検討しある程度の適用が考えられるが、それ以上についてはコンクリートの適用を検討する必要がある。

また天竜川への適用について、今回の試験施工では土砂選別の際に多くの砂礫がサイズ適用外として残土となった。天竜川でも竜西流域のように比較的大きな砂礫が堆積する溪流では、発生土砂の多くがサイズオーバーとなる場合も考えられる。適用外の礫の転用法などについても検討し、砂防ソイルセメントを適用しやすくなるよう工夫する必要があると考えられる。

なお、本発表に用いた資料、データは、国土交通省天竜川上流河川工事において実施された検討業務成果を活用させて頂いた。ここに、感謝の意を表します。

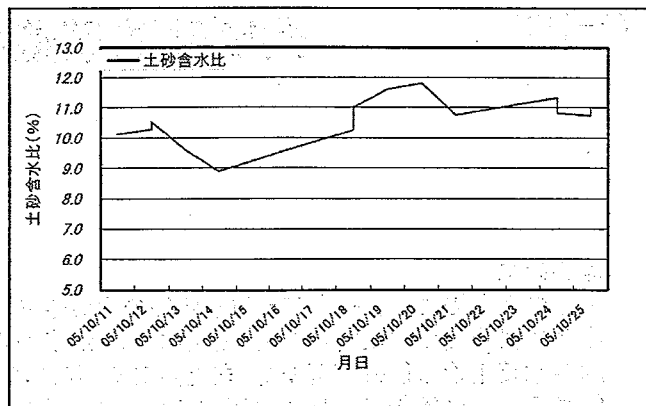


図-2 施工期間中の土砂含水比の推移

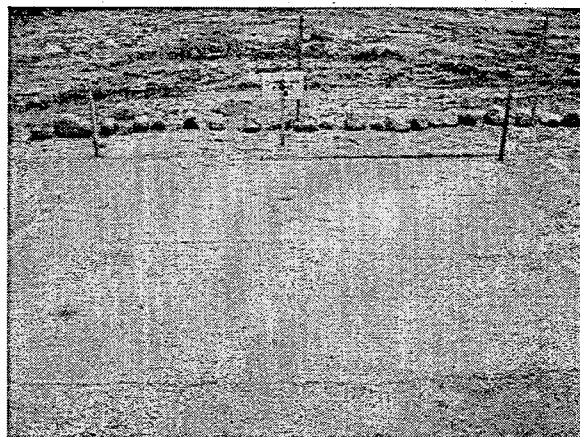


写真-2 C150kg-W14%の仕上がり状況

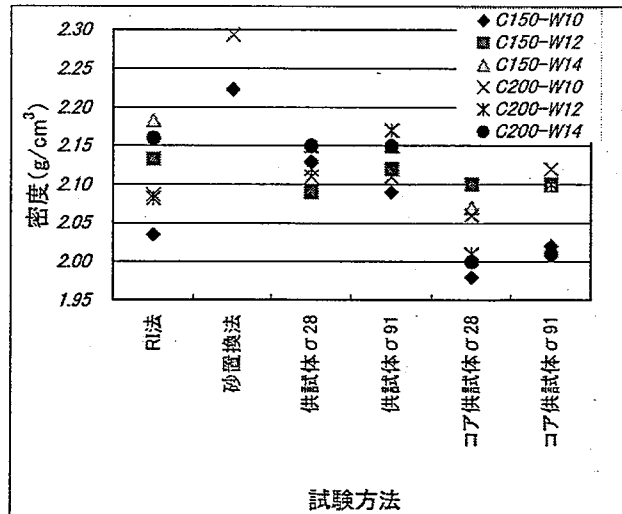


図-3 試験法の違いによる密度値の差異