

III-729

セメントを添加した砂礫材料の現場締固め特性

建設省土木研究所 正会員 豊田 光雄 中村 昭

富山県 酒井 信義 (前)ダム技術センター 古川 保典

1. はじめに

本論文は、セメントを添加した砂礫材料の現場締固め特性を把握するために、盛立試験を行い、転圧回数と密度の関係、締固め状況について検討した結果について述べたものである。

2. 試験概要

盛立試験に用いた材料は砂礫材料（表乾比重 $G_s=2.6$ 、吸水率 $Q=1\%$ ）にセメントを添加したものである。表-1と図-1に材料の仕様および粒度分布を示す。試験は、まき出し厚さを表-2に示すように3ケース（1層の締固め厚さを50~51cm）かえて行った。盛立ヤードの大きさは約24×26mで、プラントで加水した砂礫材料にセメントを添加・混合し、ダンプトラックで運搬、ヤード上で14ton級ブルドーザで数均、各ケース毎に最大起振力21ton級の振動ローラで締固めた。現場転圧密度の測定は同一場所で、RI密度計（透過型、線源深さ30cm）による密度測定と水分計（線源深さ30cm）による含水量の測定を行った。

3. 試験結果と考察

3.1 試験ヤードにおける単位セメント量のばらつき

試験ヤードにおける単位セメント量の測定によると設定値 $60\text{kg}/\text{m}^3$ に対して $43\sim 76\text{kg}/\text{m}^3$ の範囲に分布し、平均値は $57\text{kg}/\text{m}^3$ 、標準偏差 $8.0\text{kg}/\text{m}^3$ 、変動係数14%である。

3.2 転圧回数と乾燥密度

1) 密度のばらつき

図-2に、まき出し厚さ17cm、25cm、50cmにおける転圧回数と転圧密度（乾燥密度）の関係を示す。乾燥密度は1ケース当り3ヶ所の測定であり、1ヶ所当り4測定の測定を行ったものである。図では4測定の平均値をプロットしている。乾燥密度はCASE1とCASE3がCASE2に比べてばらつきが大きい。この理由としては、CASE1ではまき出し厚さが最大粒径とほぼ同じであるために数均時の材料分離の影響が、CASE3ではまき出し厚さが厚いために材料搬入時の材料分離が影響しているためと考えられる。

2) 双曲線近似による乾燥密度の評価

図-2から分かるように転圧回数が増えると乾燥密度は大きくなるという結果が得られ、この関係は滑らかに推移しており、次に示す双曲線近似式にあてはめてみた。

表-1 盛立材料

最大粒径	150mm
4.75mm通過率	30~40%
均等係数	100~125
含水比	最適含水比
単位セメント量	$60\text{kg}/\text{m}^3$

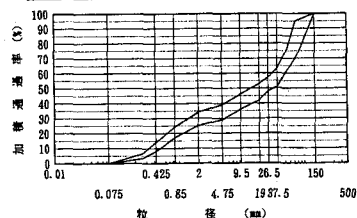


図-1 盛立材料の粒度

表-2 試験条件

試験ケース	まき出し厚さ	数均回数	転圧回数
CASE 1	17cm	3	0.2,
CASE 2	25cm	2	4.6,
CASE 3	50cm	1	10回

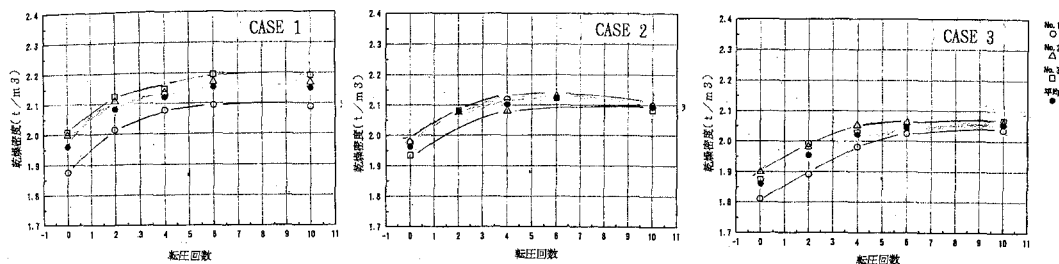


図-2 転圧回数と乾燥密度の関係

$$\rho_N = \rho_0 + N / (a + bN)$$

ρ_N : 任意転圧後の乾燥密度、

ρ_0 : 初期転圧後の乾燥密度、

N : 転圧回数、 a, b 実験定数

図-3にCASE1～3の各転圧回数ごとの乾燥密度の平均値と双曲線近似式で求めた転圧回数と乾燥密度の関係を示す。表-3は双曲線近似式の実験定数および相関係数を示したものである。各ケースとも相関係数は高い。まき出し厚さの違いによる乾燥密度の大きさは、CASE1とCASE2ではほぼ同じ値を示しているが、CASE3では乾燥密度は小さい。双曲線近似式にあてはめた場合の実験定数 a 値は締固め効率（ a 値が大きいくほど転圧回数が多くなると密度の増加が望めない）を示し、 b 値の逆数は N を無限大にしたときの締固めによる密度増分の極限値を示す。 a 値から判断すればまき出し厚さが厚いほど締固め効率が悪いことがわかる。

3.3 転圧後の盛立断面の観察結果

転圧面を切り出して断面を観察したものを図-4に示す。観察より次のことが言える。

- 1) CASE1のまき出し断面ではまき出し層毎に層界面ができています。
- 2) CASE2のまき出し断面では粒子が均一に配置され、3ケースの中では最も均一な断面であった。
- 3) CASE3のまき出し断面は、材料分離が著しく下層に空洞ができています。

すなわち、転圧後の盛立断面から判断すれば、CASE2の場合が材料分離も少なく、よりよい締固め状態と言える。

4. セメントを添加しない粗粒材料の現場締固め特性との比較

ここでは、本材料と一般のフィル材料（ロック材料、フィルタ材料、コア材料）の締固め特性を比較するために、これらの材料の双曲線近似による実験定数 a 値と b 値の関係を図-5に示す。図からわかるようにセメントを添加した場合もCASE3を除き a 値と b 値の大きさはフィル材料の場合とあまり変わらない。

5. まとめ

セメントを添加した砂礫材料の現場締固め試験において次のことがわかった。

- 1) 試験ヤードにおける単位セメント量のばらつきは変動係数で14%である。
- 2) 転圧回数が増えるに従い転圧密度（乾燥密度）は大きくなり、転圧回数と乾燥密度の関係は双曲線近似ができる。密度の大きさはまき出し厚さ17cm、25cmではあまり差がない。
- 3) 転圧後の観察によるとまき出し厚さが25cmの場合が材料分離が最も少ない。
- 4) セメントを添加した砂礫材料の転圧回数と密度の関係はまき出し厚17～25cmの範囲では他のフィル材料とあまり変わらない。

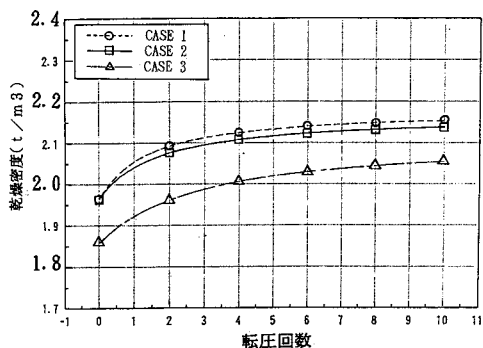


図-3 転圧回数と乾燥密度の関係（双曲線近似）

表-3 双曲線近似式の実験定数

まき出し厚さ	a	b	相関係数
CASE1(17cm)	6,403	4,510	0.9885
CASE2(25cm)	7,926	4,943	0.9932
CASE3(50cm)	11,250	3,910	0.9726

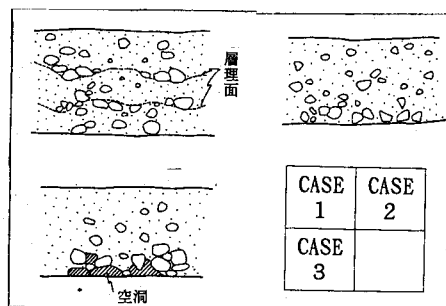


図-4 盛立断面のスケッチ

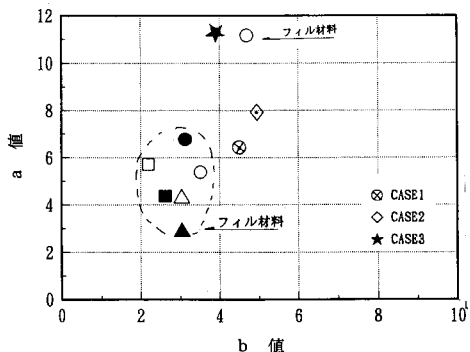


図-5 a 値と b 値の関係