

マサ土を用いた INSEM の供試体作成方法について

財団法人砂防・地すべり技術センター
松井宗廣、飯塚幸司、○福井健太郎
国土交通省 中国地方整備局 太田川河川事務所 國光謙二、瀧口茂隆、光井伸典

1. はじめに

砂防ソリメント(INSEM)の発現強度(圧縮強度)の把握や品質管理においては、モルト[®](φ15×30cm)にINSEM材を投入し、機械を用いて締固めて供試体を作成し、強度を計測する。しかし、供試体作成に用いる締固め機械は現場ごとに機種・規格が異なっている実態にある。そこで、広島県内の砂防現場におけるマサ土を用いて、締固め機械が異なることによる影響を室内試験により検討した。

また、供試体作成時の締固め時間、締固め回数を変化させて、マサ土に適した供試体作成方法を検討した。さらに、供試体の作成は人による作業となるので、人為的な影響についても検討した。人為的な影響については現地試験施工時に3人の異なる作業員が供試体を作成し、得られた圧縮強度(以下、供試体強度)により評価した。これらの供試体強度と実施工(試験施工)後、コアを採取して得られた強度(以下、コア強度)とを比較し、マサ土を用いた供試体作成方法の適正化について検討した。

2. 試験に用いた土砂及び INSEM 材

試験に用いた土砂は国土交通省中国地方整備局太田川河川事務所管内の広島県四季が丘地区で採取したマサ土(5mm以上:20.7%、0.075mm以下:5.7%:平均粒径=5mm)である。このマサ土は現場に仮置きされている状態では、自然含水比9~10%程度である。粒度分布を図-1に示す。また、試験に用いたINSEM材は設定含水比10.1%、セメント使用量は150 kg/m³である。

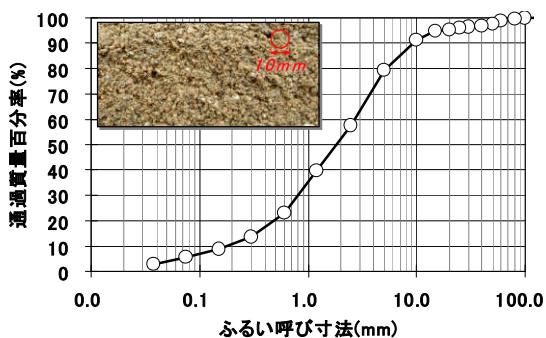


図1 試験土砂の粒度分布

3. 試験方法

3.1 室内試験

室内試験での供試体作成はバイブレーションタンパ(振動)、電動ハンマ(打撃)の2機種を用い、締固め時間を10、20、30秒にそれぞれ変化した。また、INSEM材のモルト[®]への投入は3回(1層約15cm、振動締固め後10cm程度)に分けて投入し、1層(回)の締固めの時間を変化(10~30秒)させた。用いたバイブレーションタンパと電動ハンマの規格を表-1に示す。なお、作成した供試体は湿潤養生し、4週強度を計測した。

表1 締め固め機械

機種	バイブレーションタンパ	電動ハンマ
型番等	ボッシュ 18902-213	日立工機 H41SA
回転数 (min-1)	3,600	3,000
質量	11kg	4.8kg

3.2 現地試験

現地試験は、INSEMの攪拌混合時間を1.5分/m³、敷き均し厚さ37cm程度、転圧は3t級の振動ローを用い、転圧後の厚さ約30cm、転圧回数は無振動2回(1往復)+有振動6回(3往復)とした。なお、転圧速度は1km/hとした。試験施工後、試験体からコアを採取し、湿潤養生後4週強度を計測した。

3.3 現地試験における供試体作成

現地試験では、攪拌混合後、混合ピットからINSEM材を採取し、異なる作業員3人が締固め層数(1~3層)、各層の締固め時間(10、20、30秒)を変化させて供試体を作成した。なお、締固め機械は電動ハンマのみとした。以上の試験ケースと試験フローを表-2、図-2に示す。

表2 試験ケース

ケース	作業員	締め固め機械	締め固め時間	締め固め層数
室内-1	D	バイブレーションタンパ	10、20、30秒	3
室内-2		電動ハンマ	10、20、30秒	3
現地-2	A	電動ハンマ	10、20、30秒	1、2、3
現地-3	B	電動ハンマ	10、20、30秒	1、2、3
現地-4	C	電動ハンマ	10、20、30秒	1、2、3

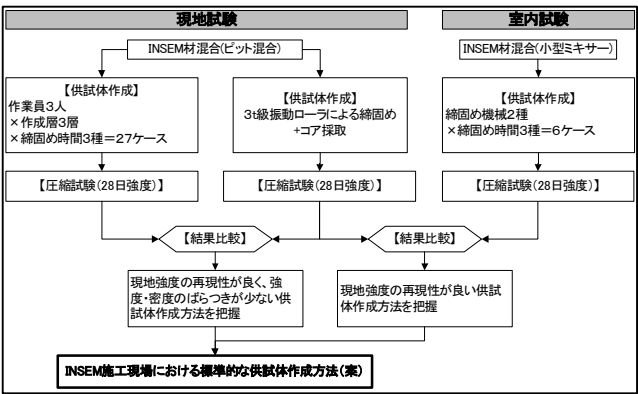


図2 試験フロー

4. 試験結果

4.1 室内試験

室内試験結果を図-3に示す。この結果から、

- ①締固め時間が長いと供試体強度は大きくなるが、両機種とも20秒以上では差はみられない。
- ②コア強度との関係についてみると、バイブレーションタンパより電動ハンマの方が適合性が高い。
- ③最もコア強度に近いのは、電動ハンマを用いた場合で、コア強度を1とした場合、0.9となる。

4.2 現地試験における供試体作成

- 3人の作業員により現地試験施工時に作成した供試体強度を図-4に示す。この図から、
- ①作業員Aによる供試体強度が最も大きい傾向がみられる。
 - ②作業員ごとの供試体強度のばらつきは3層×30秒/層が最も小さく、3層×10秒/層が最も大きい。
 - ③供試体強度はいずれの締固め時間の場合でも、1層→2層→3層の順に大きくなる傾向がみられ、この傾向は各作業員に共通している。
 - ④1層以外のケースではσ強度より供試体強度が大きくなる傾向を示す。
 - ⑤σ強度以下で、かつσ強度に近いケースは1層×30秒/層又は1層×20秒/層である。

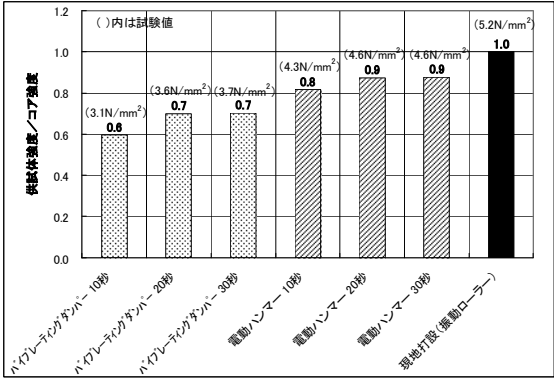


図3 室内試験結果

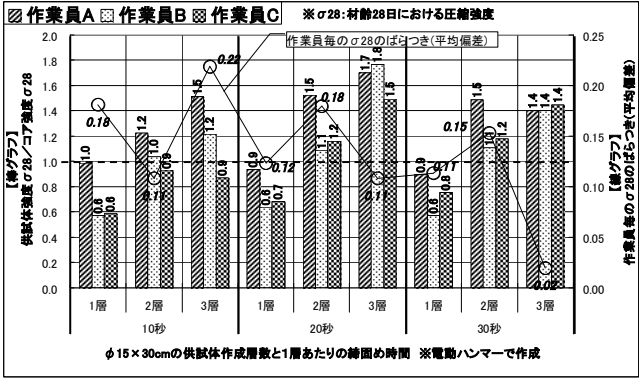


図4 現地における供試体作成

5. まとめ

供試体作成は人による作業であり、人為による差が生じることが確認できた。現地での試験結果では作業員Aの供試体強度が大きい傾向がみられた。これは作業員Aは供試体作成時に機械の振動によるブレを支えるだけでなく、自らの体重をかけて締固めていたことが影響したと考えられる。したがって、供試体作成時に過度に体重をかけることなく、締固め機械の自重によって締固める作業方法とすることが望ましいと考えられる。

現地供試体試験結果によると、σ強度以下（安全側）でかつσ強度に近い圧縮強度が得られる供試体の作成方法は、締固め時間10秒、20秒、30秒/層×1層である。また、室内試験結果では、締固め時間20秒以上では圧縮強度に差異はみられない。したがって、供試体作成の合理化を考慮した場合、①締固め機械は電動ハンマとし、②モールドへのINSEM材の投入は1層（回）とし、③締固め時間は20秒による方法で供試体を作成することが適切であると考えられる（表-3）。この方法によって作成した供試体強度とσ強度との関係は「σ強度×0.9≒モールド供試体強度」と考えられる。

本検討では、広島西部山系砂防管内の四季が丘地区で採取した砂土によって得られた結果である。同管内においては粒度特性の異なる砂土がみられることから、今後は異なった性質の砂土について、同様の傾向を示すのかなど、さらには、砂土以外の現地発生土砂についても検討を行うことにより供試体作成方法の合理化が図られることが望まれる。

表3 砂土を用いる場合の供試体作成方法（案）

①土砂投入・突固め 口径40mm以上は除去し、カーを取り付けたモールドにINSEM材を一度に投入し、突固め棒で突き固める。下がった分のINSEMを、カーの縁まで投入する。	②締固め 電動ハンマで20秒締固める。この際、機械がぶれないように保持するが、全体重はかけないようにする。	③整形 カーを取り除き、上端面を金コ等で作型する。（なお、締固めはコンクリートパネ等の上で行う。柔らかいものの上では行わない）

一参考文献一

- (1) 砂防ノリ砂活用ガイドライン、京都大学大学院 水山高久 監修・砂防ノリ砂活用研究会 編集、H14.1
- (2) 砂防ノリ砂の材料特性に関する調査報告書、独立行政法人土木研究所 土砂管理グループ 火山・土石流チーム、財団法人 砂防・地すべり技術センター、H18.8