

III-473 無機炭酸塩を用いた新しい泥水固化工法

清水建設(株)技術研究所 正会員 内山 伸 堀内澄夫

はじめに

泥水固化工法ではベントナイト掘削泥水を原位置で固化させる。従来は掘削孔内の泥水をエアブローしながら固化助剤（水ガラス）を添加し、続いて固化材（モルタル）を加えていた。しかし、粘度が高くなり過ぎて材料の混合が不十分で均一性が損なわれること、水ガラスの使用量が多く攪拌材料が飛散する恐れもあること、などが問題であった。

そこで今回、水ガラスに代わる固化助剤として無機炭酸塩を選び配合試験を行なった。泥水は室内調製泥水を中心に比較のため現場掘削泥水も使用した。その結果、炭酸塩は水ガラスほど攪拌方法の影響を受けないこと、水ガラスに比べて少量で高強度が得られ、特に初期強度の向上に効果があること、などが判明した。

1. 配合試験概要

配合試験で使用した材料を表-1に示す。掘削泥水、調製泥水と固化材、固化助剤はハンドミキサー、ホバート型ソイルミキサー等でそれぞれ10分間混練りし、水中養生ののち所定材令で強度試験を行なった。図中の各材料の数量は固化材料体積 1m^3 当たりを示す。なお、無機炭酸塩のパーセントは固化材（セメント）質量比である。

2. 結果および考察

図-1, 2は調製泥水とモルタルの混練り方法の違いが一軸圧縮強度に与える影響を示している。水ガラスを使用すると、ハンドミキサー攪拌時の28日強度を1とすれば、ホバート高速・低速攪拌時の強度はそれぞれ0.65, 0.40である。水ガラスの粘度が高いために攪拌の程度によって強度が大きく変化することがわかる。しかし、無機炭酸塩を使用するとハンドミキサーとホバート低速との強度比は0.68となり攪拌の影響は小さくなる。図-3は固化助剤の違いによる強度変化を示している。無機炭酸塩は水ガラスより少量で高い強度が得られることがわかる。水ガラスと同程度の強度を得るためには、 $1/4$ 程度の炭酸塩量で済むことになる。

表-1 使用材料

材料名	種 類	記号
ベントナイト	豊順洋行製300メッシュ	Be
現場掘削泥水	湿潤密度 1.049 g/cm^3	
固化材	高炉セメントB種	Ck
	普通ポルトランドセメント	Co
固化助剤	3号水ガラス	Wg
	無機炭酸塩	Cu
練り混ぜ水	水道水	

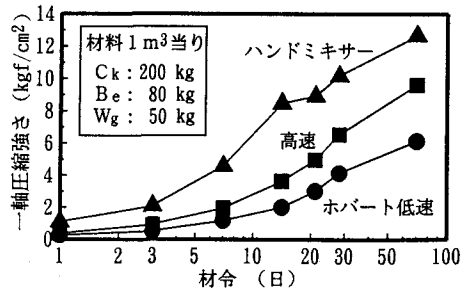


図-1 材令と強度の関係
(攪拌方法による変化)

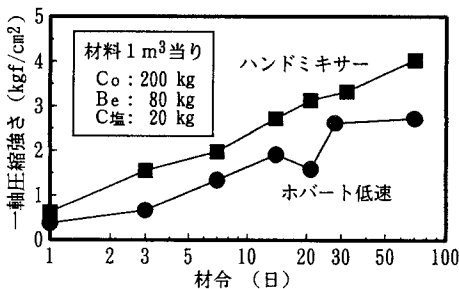


図-2 材令と強度の関係
(攪拌方法による変化)

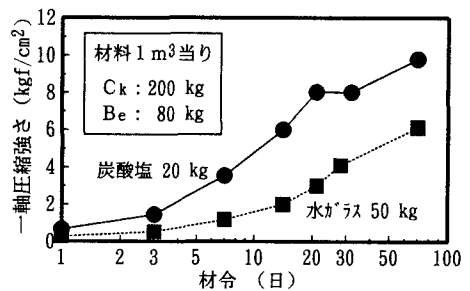


図-3 材令と強度の関係
(固化助剤による変化)

図-4, 5はセメントと無機炭酸塩の量をそれぞれ変えたときの強度変化である。セメント量の増加は確実に強度を増加させる。これに対して、無機炭酸塩量の増加は長期強度よりも初期強度の増加、そして高濃度泥水より低濃度泥水使用時の強度発現に大きな効果があることがわかる。しかし、セメントが高配合(300kg/m³)になると、炭酸塩の増加によって強度が低下する傾向も見られる。したがって、炭酸塩の効果が発揮されるセメント量の範囲は250kg/m³以下と考えられる。図-6はこのような強度の伸びを、7日強度を1として表したものである。14日から28日の強度増加は添加する炭酸塩の量が少ないほど大きくなっている。この傾向は泥水のベントナイト量が増加しても同じであるが、その比は小さくなっている。図-7は各配合での粘度を示した。低ベントナイト濃度では顕著ではないが、高ベントナイト濃度では炭酸塩の増加によって粘度が低下している。少なくとも炭酸塩を入れることによって粘度が増加することはない。図-8は固化材と固化助剤を同じ配合にして、掘削泥水と調製泥水とを強度で比較したものである。湿潤密度1.049g/cm³の掘削泥水は、ベントナイト量40kg/m³の調製泥水(湿潤密度1.014g/cm³)に相当する。また、メチレンブルー吸着によって求めた換算ベントナイト量は約30kg/m³であった。したがって、掘削土砂の混入の多い現場掘削泥水は、湿潤密度(比重)や粘度だけでその含有ベントナイト量を推定するのは難しく、発現強度を予測するためには十分な予備実験が必要と考えられる。

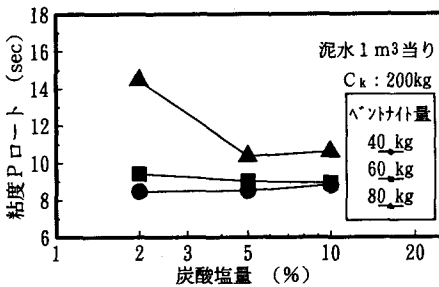


図-7 配合と粘度の関係

おわりに

無機炭酸塩を使うことによって、均質性の向上や初期強度の増加、特に初期強度の増加を達成することができた。また、無機炭酸塩は安全で、かつ使用量が少なくなるので施工時の取り扱いも容易になる。今後は、種々の掘削泥水の物性および長期安定性を含めた固化体物性の確認を進めていきたい。

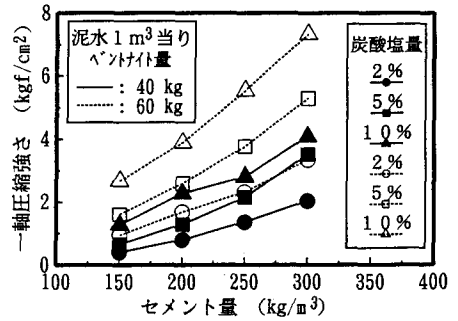


図-4 セメント量と強度の関係
(材令7日)

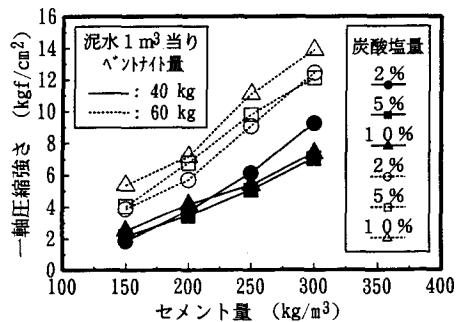


図-5 セメント量と強度の関係
(材令28日)

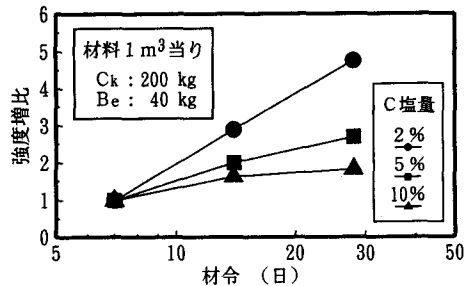


図-6 強度の増加割合

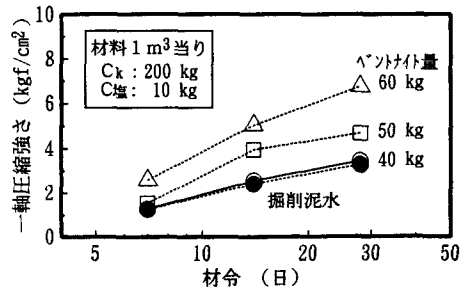


図-8 材令と強度の関係
(泥水による変化)