

ソイルセメントの凝結遅延性に関する考察

五洋建設株式会社 正会員 ○澤田 巧
五洋建設株式会社 正会員 小笠原哲也

1. はじめに

本論文は、鋼管矢板打設前に実施する岩の先行掘削時に生じる発生土と、セメントミルクを混練し形成されるソイルセメントについて、その凝結遅延性を検討したものである。地盤にセメントミルクを注入し発生土と練り混ぜてソイルセメントとした後に、鋼管矢板や鋼管杭を建て込むという施工においては、ソイルセメントの凝結時間を把握することが重要である。凝結時間を大きく遅延することが可能となれば、ソイルセメント形成を先行し、その後で鋼管矢板、鋼管杭をまとめて建て込むといった施工が可能となり、工期短縮化などの効率化が図れる。このような観点から、凝結を出来るだけ遅延させることを主目的として本実験を行った。

2. 実験概要

2.1 使用材料

今回の実験に使用した材料は表-1の通りである。

表-1 使用材料

使用材料	名称
セメント	高炉セメント B 種(BB) スラグ混入率 40～45%
ベントナイト	ベントナイト(Na 型)
練混ぜ水	現地海水および上水
土	現地発生土
混和材	フライアッシュ(II種)
混和剤	超遅延性減水剤

2.2 実験方法

試験体は各材料を練混ぜ用バケツ内でハンドミキサーにより攪拌しながら投入し練り混ぜ、金属性の円筒容器に打ち込んだ。凝結時間は JIS A 1147「コンクリートの凝結時間試験方法」により確認した。基準値は JIS に則り、貫入抵抗値 3.5N/mm^2 を始発強度、 28N/mm^2 を終結強度としている。なお、練混ぜから終結まで気温 20°C 、相対湿度 60%の恒温恒湿室内において試験を行った。

3. 実験結果

3.1 W/C および遅延剤添加率の影響

試験は混和剤および W/C と凝結時間との相関について検討を行った。配合は表-2の通りである。

表-2 配合表 (A～H)

配合	W/C (%)	発生土 (kg/m ³)	発生土1m ³ に対する単量			遅延剤 (C×%)	
			セメント (kg/m ³)	水(海水) (kg/m ³)	ベントナイト (kg/m ³)		
A	150	1408	300	450	10	4	
B	100	1967		300			
C	150			450			
D	200			600			
E	150			1408		450	6
F		1967		10			
G		1643					
H							

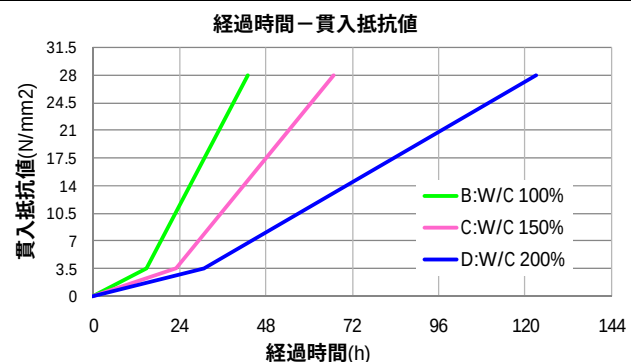


図-1 W/Cによる変化

W/C と凝結時間の関係を見るために配合 B,C,D の3ケースを比較した。練混ぜからの経過時間—貫入抵抗値の関係を図-1に示す。同図に示すように、W/C を大きくすると凝結時間は遅延する結果となった。また、今回の試験では W/C が 150%を超えると、それ以下の場合に比べ強度の発現は大きく遅延することが明らかとなった。

次に、遅延剤量と凝結時間の関係を図-2に示す。ここで、A と C、E と F の凝結時間を平均し、その値を発生土 1643kg/m^3 の配合における凝結時間と同等であると仮定している。

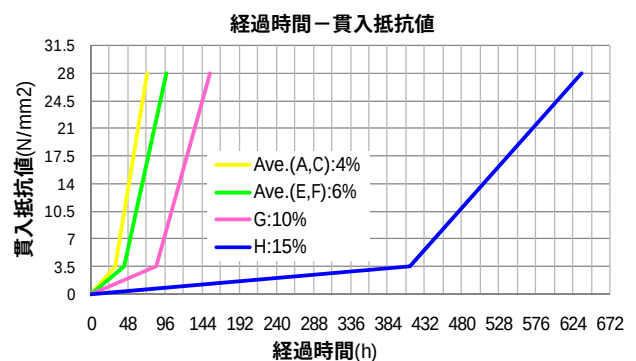


図-2 遅延剤添加率による変化

キーワード ソイルセメント、根固め、凝結、遅延

連絡先 〒329-2746 栃木県那須塩原市四区町 1534-1

五洋建設株式会社 技術研究所

Tel 0287-39-2109 Fax 0297-39-2131

遅延剤添加率 10%以下では、遅延剤の量が増加するにつれて凝結も遅延する。15%まで投入すると、著しく凝結が遅延する。また、A と C, E と F それぞれで結果を比較すると、発生土量以外は同じ配合であるにも関わらず、いずれも発生土量の多い C, F の方が早く凝結した。これは、遅延剤の成分は粘土分に吸着されやすく、発生土の粒径加積曲線から粘土に分類される粒径のものが 6.68%存在することが判っており、C, F の方が粘土量は多くなるため、遅延性能が損なわれたものと推測される。

3.2 混和材量の影響

次に、セメントをフライアッシュで置換することにより凝結を遅延させることを目的として、フライアッシュ置換率と凝結時間の関係性について検討した。配合を表-3 に示す。なお、発生土量は全て 1643kg/m³である。

表-3 配合表 (I~N)

配合	W/C (%)	発生土 1m ³ に対する単位量			混和材(%)		遅延剤 (P×%)
		セメント (kg/m ³)	水(海水) (kg/m ³)	ベントナイト (kg/m ³)	F/ (C+BFS+F)	F+BFS/ (C+BFS+F)	
I	150	300	450	10	30	59.75	4
J							6
K							10
L					60	77	2
M							4
N							6

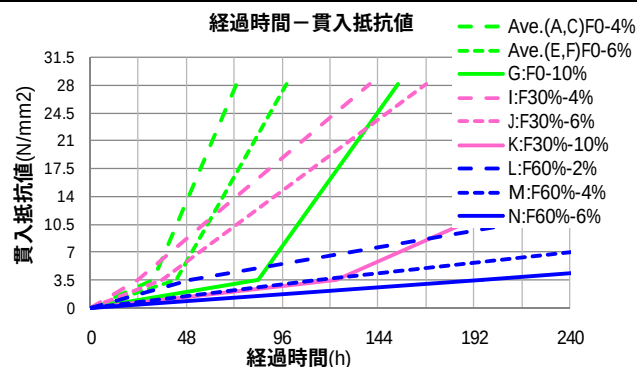


図-3 混和材量および遅延剤添加率による変化

フライアッシュを使用しなかった場合として、A と C の平均、E と F の平均、G の結果を併せて記入したグラフを図-3 に示す。フライアッシュは初期の水和に寄与しないため全てのケースにおいて遅延剤量が同じであればフライアッシュの置換により終結時間は遅延する。しかし、始発時間が遅延するのは、フライアッシュ置換率が 30%を超える場合、もしくは遅延剤量が 6%を超える場合に限定される。フライアッシュ置換率 30%以下、遅延剤量 6%以下の範囲では、遅延剤量が同じにも関わらず、BB のみの場合より、その一部をフライアッシュに置換した方が始発時間は早くなる。一般に、フライアッシュのポズラン活性はセメント水和の副次的な反応であるた

め、セメントの凝結よりフライアッシュの硬化が先行し、始発時間が早まっているとは考え難い。つまり、初期に遅延剤が吸着される量は、同じ重量に対しては BB よりもフライアッシュの方が大きいために始発時間が早まったものと推察される。

3.3 水、ベントナイトの影響

次に、ベントナイトの膨潤度が凝結時間に与える影響を確認する目的で、Na 型ベントナイトがほとんど膨潤しないとされる海水を練混ぜ水に用いた場合、また上水により事前に膨潤させてから練り混ぜた場合、そして事前に膨潤させずに上水により練り混ぜた場合、以上の 3 ケースにおいて凝結時間がどのように変化するかの確認した。配合を表-4、結果を図-4 に示す。

表-4 配合表 (O~Q)

配合	W/C (%)	発生土 (kg/m ³)	発生土 1m ³ に対する単位量			遅延剤 (C×%)
			セメント (kg/m ³)	水 (kg/m ³)	ベントナイト (kg/m ³)	
O	150	1643	300	450(海水)	10(事前に膨潤)	10
P				450(上水)	10(事前に膨潤)	
Q					10(膨潤なし)	

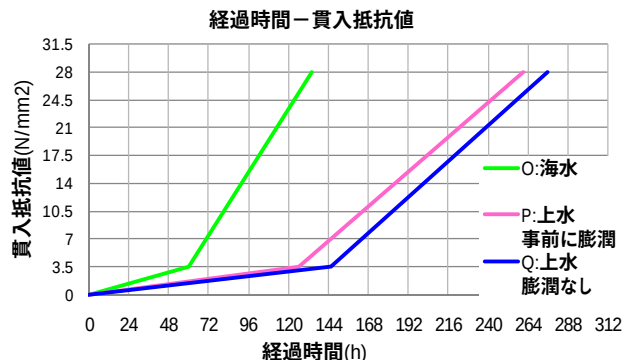


図-4 ベントナイトの膨潤度が凝結時間に与える変化

P と Q の結果から、ベントナイトの膨潤度が凝結時間に与える影響はほとんどないと言える。O と P, Q を比較すると、練混ぜ水に上水を用いることで、凝結時間は遅延することがわかる。つまり、海水に含まれる塩分により凝結が促進されたことが見てとれる。

4. まとめ

- (1) W/C を大きくすると凝結は遅延する。
- (2) 始発時間を遅延させる目的でフライアッシュを混和する場合、その置換率や遅延剤添加率により有効な場合がある。
- (3) ソイルセメントの遅延性は塩分量に影響を受ける。つまり、遅延性を確保するためには塩分量を減じることが重要である。
- (4) ベントナイトの膨潤度が凝結時間に与える影響は小さい。