

III-517 清水練り・海水練り自硬性安定液の固化強度と透水係数

大林組技術研究所 正会員 川地 武
 // 正会員 久保 博
 // 正会員 ○高倉岳夫*
 *(日産基礎工業㈱)

1. まえがき

自硬性安定液(以下SGという)を使用する地中連続壁は、止水性に非常に優れ、比較的経済的な土留め遮水壁である。SGは、施工時の良好な流動性とブリージングの抑制、また固化後に所要の強度と止水性が求められる。そして、SGには、清水練りと海水練りがあり、通常の工事では前者が用いられるが、人工島など清水の入手が困難なところでは後者を用いる。清水練りSGは、水-ベントナイト-セメントを主材料とし、海水練りSGは、それに繊維状粘土などを加えて作製する。この報告では、清水・海水練りSGの配合および材令が、固化強度および透水係数に与える影響、および固化強度と透水係数の関係を調査した。

2. 使用材料

粘土として、ベントナイト(群馬県産#250)と、現場の土砂を想定してのカオリン土、さらに海水練りSGには、ブリージング防止のために繊維状結晶の粘土「アタバルジャイト」を用いた。各粘土の性状を、表-1に示す。また、セメントとしてスラグ系セメントを用い、混練水には水道水と人工海水を使用した。

表-1 実験に使用した粘土の物理的性質

	土粒子密度	LL (%)	PL (%)	粒度分布 (mm, %)			
				<2	2~20	20~74	74~420
ベントナイト	2.58	388 *107	31 *31	81	13	4	2
カオリン	2.65	43	18	43	38	14	5
アタバルジャイト	2.66	326	85	84	7	3	6

* 海水の時

3. 実験方法

家庭用ミキサー(容量1ℓ)を使用して、清水練りSGは、水にベントナイト及び土砂を加え0.5分間混合、また、海水練りSGは、海水にベントナイトとアタバルジャイトを加え3分間混合した。そして、セメントを加え再び0.5分間混合した。このようにして作製したSGは、圧縮試験用モールドと、透水試験用モールドに気泡が混入しないように詰め、20℃で水中養生した。一軸圧縮試験で固化強度を測定し、また、透水係数は、図-1の方法、すなわち中空円筒供試体によって測定した。

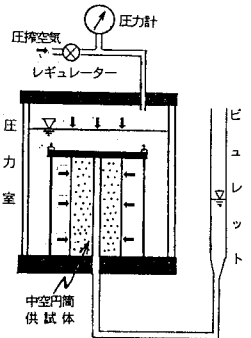
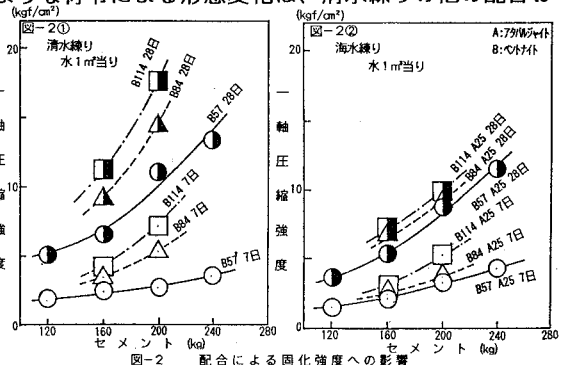


図-1 透水試験機の概略図

$$k = \frac{\rho \log(r_o/r_i)}{2 \pi h} \cdot \frac{Q}{P_o - P_i}$$

4. 結果と考察

4.1. 配合・材令が固化強度に及ぼす影響 まず、清水練りSGの場合、固化強度(以下強度という)は、セメント量およびベントナイト量とともに増大した(図-2①)。また、強度は、材令とともに増大し、一般に7日~28日で著しく増大した(図-3①)。カオリン土を300kg添加した場合、強度は、さらに増大した。清水練りSGのSEM写真の例を写真-1および2に示す。7日では、針状の水和生成物および間隙が多く見られたが、56日になると針状結晶が消え、密になり間隙が減少した。このことは、材令に伴う強度増大と対応していると考えられる。このような材令による形態変化は、清水練りの他の配合および海水練りでも見られた。



次に、海水練りSGの場合、強度は、セメント量および材令とともに増大した。セメント量およびベントナイト量が同一の時、清水練りに比べ、28日以降の強度が約2割小さかった(図-3②)。また、海水練りの場合、ベントナイト量に伴う強度増大は、清水練りに比べて小さかった(図-2②)。このことは、海水練りの場合、SG中のベントナイトの膨張が抑制されたことなどによると考えられる。また、アタバルジャイトを50kgに増した場合、28~56日の

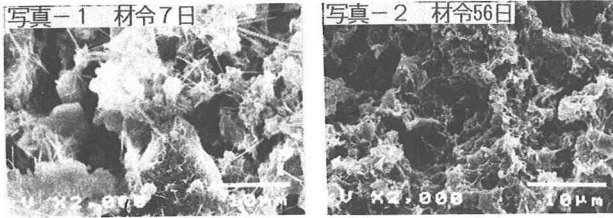


写真-1 および2 清水練りSG固化体のSEM写真 (B57 セメント200)
強度増大が著しかった。

4. 2. 配合・材令が透水係数に及ぼす影響

材令による透水係数の変化を図-3③・④を示す。透水係数は、清水・海水練りともに、材令に伴って減少した。

まず、清水練りでは、セメント量 120kg以上で、28日の透水係数が、いずれも実質上不透水とされる 10^{-7} cm/s以下になった。また、粘土を増した場合、材令7日でも 10^{-7} cm/s以下を満足した。

次に、海水練りでは、セメント量 200kg以上の場合、28日で 10^{-7} cm/s以下となった。また、粘土を増やすことによる透水係数の減少は、清水練りに比べて明瞭でなかった。

4. 3. 固化強度と透水係数の関係

清水・海水練りSGの強度と透水係数の関係を図-4に示す。同図は、SGの配合及び材令が多様なケースを記入している。清水・海水練りともに、透水係数は、強度との間に高い相関性を示し、 10^{-9} cm/sまではほぼ同一の直線上で減少した。いずれのSGも、強度で透水係数を推定できる。例えば、透水係数を 10^{-7} cm/s以下に抑えるには、強度を約6kgf/cm²以上にすれば良いことがわかる。

以上から、SG固化体の止水性増大（透水係数減少）に対する配合・材令の寄与は、強度増大に対するそれらの寄与と同様であった。すなわち、いずれも、配合・材令によってSGの組織が緻密になり、かつ骨格が強固になるほど、強度は増大し、透水係数が減少することを示唆している。

5. 現場実施例

現場での実施例（清水練り・海水練り）を図-5に示す。いずれの現場でも強度と透水係数の間に相関が見られた。現場では、室内実験よりも、止水性がやや減少するが、このことは、施工時に地盤中の土塊がSGに混入するためなどによると考えられる。

6. まとめ

自硬性安定液（SG）の固化後の透水係数に対する配合および材令の影響は、清水練り・海水練りともに、固化強度に対する配合・材令の影響と非常に類似し、結果として透水係数と強度の間に高い相関性があることが明らかになった。

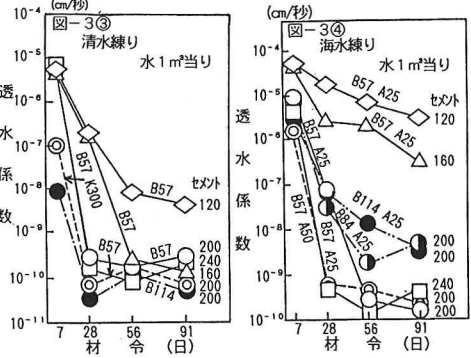
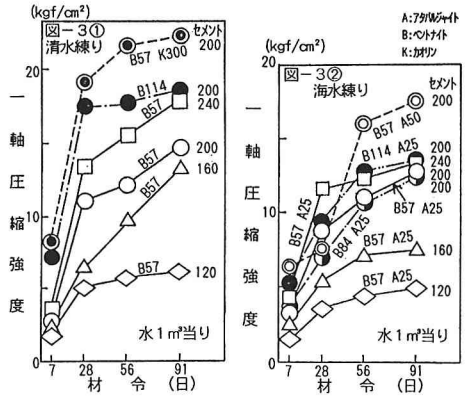


図-3 材令と固化強度・透水係数の関係

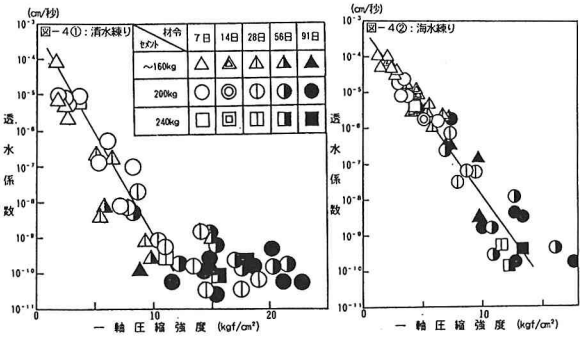


図-4 固化強度と透水係数の関係

図-5 現場実施例