

III-114

水中打設するソイルセメント工法の研究（その2）

ソイルセメントの配合と性状の関係

憊大林組 技術研究所 正会員 喜田大三, 久保 博, 漆原知則

1. まえがき

その1の室内試験において、適切な粘結剤を用いれば、ソイルセメントを水中打設できることが判明した。この工法で作製するソイルセメントには、所要の固化強度だけでなく、固化前には適度の流動性を保持し、また水中打設時には微細粒子が分離し難いことなどの性状が求められる。そのために、このソイルセメントは、軟練りとし、分離低減用の粘結剤を混入しておくことが大きな特色である。このように、水中打設するソイルセメントでは、要求される性状が多様であり、また配合も粘結剤が加わった分、複雑である。したがって、このソイルセメントの配合と性状の関係を把握することは、非常に重要である。

2. 材料

供試した土砂（S+W'）、セメント（C）、水（W）は前報と同じである。また、粘結剤（P）として、MC系のP-4bを用いた。

3. 試験方法

前報と同様に、まず粘結剤とセメントを水に混練してセメントミルク（M、以下ミルクという）を作製し、これを土砂に添加してホバート型ミキサーで混練した。ミルクにして添加したのは、混合を良好にするためである。P/Wは0～1.5%、C/Wは60～120%とし、土砂への添加量M/S+W'は適度の流動性が得られるまでとした。ミルクの濃度および添加量と、練上りソイルセメント1m³の配合の関係は、表-1の例のようになる。

混練したソイルセメントは、前報と同様にして、スランプ試験、水中打設の試験、水中打設および気中打設養生した後の一軸圧縮試験を行なった。

4. 結果と考察

(1) 流動性 図-1に、ミルク添加量とソイルセメントのスランプの関係を示す。スランプは、ミルク添加量を増すほど、またP/WおよびC/Wを減少させるほど、増大した。また、良好な圧送性、セルフベリング性が確保されるのは、スランプ25cm程度と推定された。このスランプを得るのに必要な土砂1kg当りのミルク添加量は、砂質土で200～330g、粘性土で800～1050gであった。このように、一定の流動性を得るのに、粘性土の方が多量のミルクを必要としたのは、両者の界面化学的性質の相違などによると考えられる。

表-1 セメントミルクの濃度、添加量と練上りソイルセメントの配合の関係例（計算値）

セメントミルク の濃度 (%)	砂 質 土					粘 性 土				
	セメント ミルク*		練上り1m ³ 配合(kg)			セメント ミルク*		練上り1m ³ 配合(kg)		
	P/W	C/W	S+W'	C	W	P	S+W'	C	W	P
0	60	180	1795	121	202	0	800	835	250	418
	90	210	1768	176	195	0	940	807	359	400
0.5	60	200	1674	125	209	1.0	870	783	255	426
	90	230	1654	180	200	1.0	990	769	361	401
	120	260	1703	241	201	1.0	1100	755	453	378
1	60	240	1589	142	238	2.4	940	752	265	442
	90	280	1561	207	230	2.3	1050	745	371	412
	120	320	1530	268	223	2.2	1260	701	482	402
1.5	60	290	1495	162	271	4.1				
	90	330	1477	230	256	3.8				
	120	370	1456	294	245	3.7				

*土砂1kgに対する添加量(g)

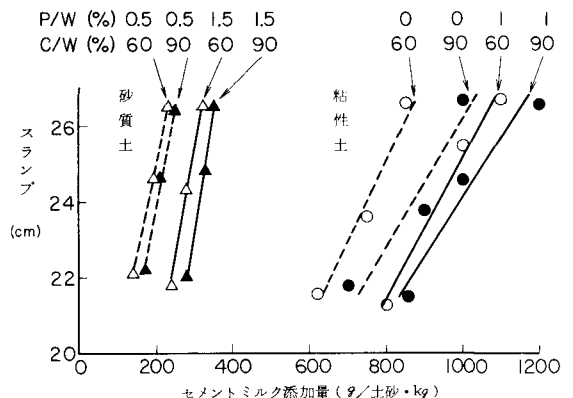


図-1 セメントミルク添加量とスランプの関係

(2) 分離性 図-2にミルクのP/Wとソイルセメント打設直後の水中SS濃度の関係を示す。このSS濃度は、打設時の分離の程度の指標となる。なお、ミルクのC/Wを90%、その添加量をスランプ25~27cm、21~22cmになるように設定した。まず、砂質土において、P/Wが0.5%以下では、分離が極めて著しく、SS濃度は数万ppm以上になった。そして、P/Wを増大させると、SSは急激に減少し、P/W=1.5%では数百ppmになった。この程度のSS濃度で打設されたソイルセメントは、性状も非常に均一であった。また、スランプの相違によるSS濃度の差は、小さかった。したがって、砂質土によるソイルセメントの分離低減性には、P/Wが大きく関与しており、この場合、P/Wは約1.5%を必要とした。粘性土においても、SS濃度は、P/Wとともに減少し、分離を抑制するためには、P/Wを約1%とする必要があった。全般に粘性土における分離は、砂質土のそれに比べて少なかった。このことは、粘性土が微細粒子を多く含有し、かなりの粘着力を保有しているからである。そして、粘性土では、スランプを小さくする（但し、セルフレベルリング性が悪い）と、砂質土と異なり、分離がかなり抑制された。このことは、ミルク量を減少させたため、粘性土の粘着力が増大したことによる。

(3) 固化強度 図-3に、ミルクのC/Wと固化強度の関係を示す。ここでは、ミルクのP/Wを1%、ミルク添加量をスランプ約25cmの流動性が得られるまでとした。いずれの土砂でも、強度は、C/Wとともに増大した。なお、結果を省略するが、P/Wやミルク添加量の相違による強度の差は、少なかった。したがって、これらのソイルセメントの固化強度に関与する主要因は、C/Wであった。

つぎに、図-4に、水中打設強度/気中打設強度比（以下、強度比）とミルクのP/Wの関係を示す。ここで、ミルクのC/Wを90%、ミルク添加量をスランプ約25cmの流動性が得られるまでとした。いずれの土砂でも、強度比は、P/Wとともに増大し、砂質土でP/W=1.5%、粘性土でP/W=1%にすると、ほぼ1になった。これらの関係は、前述のP/Wと分離性（SS濃度）の関係とよく対応していた。したがって、打設時の分離を低減するほど、水中打設強度は気中打設強度に近似した。

5. まとめ

水中打設するソイルセメントの配合と性状の概略の把握できた。(1)流動性は、添加するセメントミルクの粘結剤濃度、セメント濃度およびセメントミルク添加量に大きく影響される。所要の流動性を得るために、粘性土は多量のセメントミルクを要する。(2)分離性は、主にセメントミルクの粘結剤濃度で決定される。(3)強度は、セメントミルク中のセメント濃度で決定され、粘結剤を増すと、水中打設強度が気中打設強度に近似する。

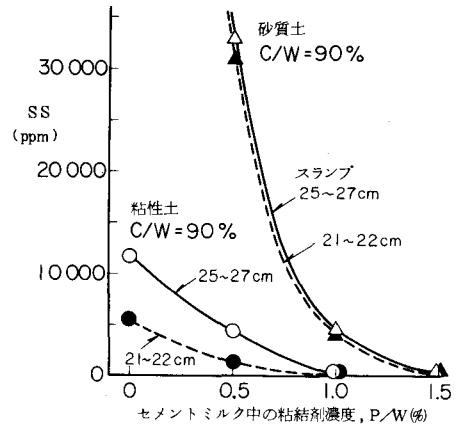


図-2 セメントミルク中の粘結剤濃度とSSの関係

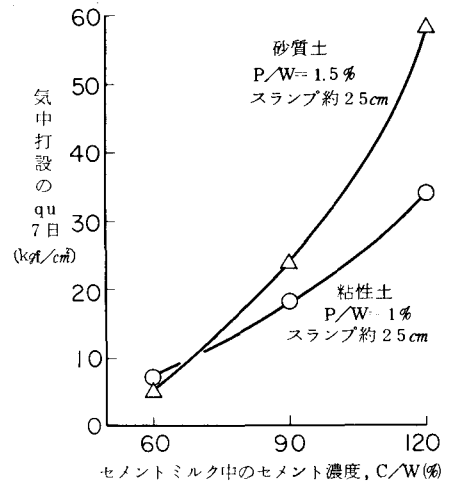


図-3 セメントミルク中のセメント濃度と固化強度の関係

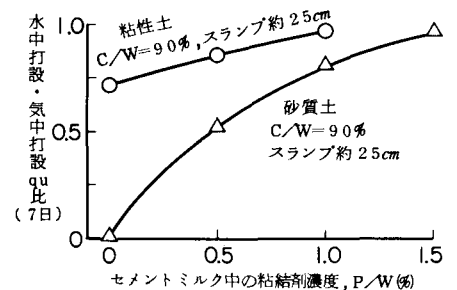


図-4 セメントミルク中の粘結剤濃度と水中/気中打設強度比の関係