

VI-58

セメントベントナイト複合材料の強度・変形特性について

○（財）電力中央研究所 正会員 楠本 太
 " 正会員 遠藤孝夫
 " 正会員 広永道彦
 (株)間組 技術研究所 正会員 T.F.オアン

1. まえがき

昨今、地下空間を利用した地中構造物の設計・建設が各方面で行われようとしている。そのような構造物を建設する場合、ある程度の強度があり、周囲の岩盤および土壌と同程度の変形性能を持つ躯体材料の開発が必要となる。そのため、筆者らは、弾性係数 $0.5 \sim 10 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$ の変形性能があり、且つ圧縮強度が $50 \sim 100 \text{ kg/cm}^2$ 比較的低強度の材料を開発するために、セメントにベントナイトを混ぜた複合材料の強度・変形を試験により確認した。

本報告は、セメントベントナイト（以下「CB複合材料」と記す）のモルタル試験体について、その圧縮強度と変形特性に影響を与える要因について取りまとめたものである。

2. 配合および試験体の製造

表-1 CB複合材料の配合条件

試験に用いたCB複合材料の配合条件は表-1に示す通りである。使用したセメントは普通ポルトランドセメント、細骨材は大井川産川砂、ベントナイトはボルクレイ社（米）製ボルクレイSPVである。

練り混ぜは、砂、セメント、ベントナイトをミキサーに入れて1分間空練りした後、水を投入した。試験体は各々の配合に対して $\phi 5 \times 10 \text{ cm}$ を3本づつとした。各試験体の練り上がり時の目標は、フロー値が $180 \sim 210 \text{ mm}$ となるようにした。

配合番号	配合条件		示方配合 (kg/m^3)				練上がり時の材料物性		
	W/C (%)	B/C (%)	W	C	B	S	フロー値	Air (%)	ρ (t/m^3)
M-100-0	100	0	270	270	0	1624	189	2.5	2.176
M-100-10		10	302	302	30	1520	194	0.7	2.126
M-100-20		20	342	342	69	1345	212	0.7	2.133
M-100-30		30	400	400	121	1103	203	0.4	2.049
M-100-40		40	583	583	217	371	178	0.3	1.885
M-130-0	130	0	263	203	0	1634	183	4.4	2.143
M-130-20		20	323	248	50	1480	198	1.1	2.133
M-130-40		40	441	339	136	1019	195	1.0	1.986
M-130-50		50	536	413	206	646	190	0.8	1.806
M-160-0	160	0	266	166	0	1681	180	3.5	2.143
M-160-20		20	308	192	38	1574	187	1.2	2.136
M-160-40		40	352	220	88	1407	195	0.5	2.099
M-160-60		60	446	279	167	1032	192	0.7	1.948

W/C: 水セメント比、B/C: ベントナイトセメント比、W: 水、C: セメント、B: ベントナイト、S: 細骨材

3. 試験項目および方法

試験項目は、まだ固まらない材料を用いて、フロー試験（ASTMの方法）、空気量試験（JIS A 1128）を行い、水中養生における材令7日および28日で圧縮強度試験（JIS A 1108）を行った

4. 試験結果と考察

(1) 単位水量とベントナイトセメント比との関係

図-1に単位水量とベントナイトセメント比との関係を示す。所定の流動性を得るための単位水量はベントナイ

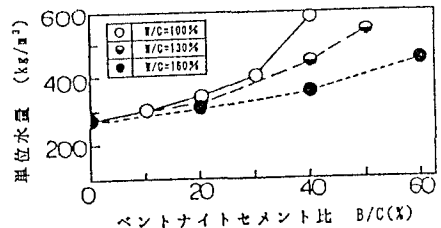


図-1 ベントナイトセメント比と単位水量の関係

トセメント比が大きいもの程、大きくなった。これは、ベントナイトの吸水作用に起因するものと考えられる。また、同一ベントナイトセメント比においては、水セメント比が大きくなるに従い、単位セメント量および単位ベントナイト量が小さくなるため単位水量も減少し、その割合は、ベントナイトセメント比が大きい程大きくなった。さらに、各水セメント比でベントナイトセメント比が最大となる配合では、単位水量の増加や単位骨材量の減少では所定の流動性が得られず、施工可能なベントナイト添加量には限度のあることが判明した。

(2) 圧縮強度および弾性係数

図-2、3にそれぞれ水セメント比およびベントナイトセメント比と圧縮強度の関係を示す。この結果から、水セメント比が大きい程圧縮強度は小さくなる傾向を示し水セメント比が10%増加する毎に約 $20\text{kg}/\text{cm}^2$ 低減する傾向があった。逆に、ベントナイトセメント比が圧縮強度に与える影響は殆ど見られず、ベントナイトを添加しない場合と比較してほぼ同等であった。

図-4にベントナイトセメント比と弾性係数の関係を示す。この結果から、ベントナイトセメント比が増大するに従い、弾性係数は低下する傾向を示した。

5. まとめ

①CB複合材料の圧縮強度に影響を与える要因としては、水セメント比が上げられ、ベントナイトセメント比の影響は見られなかった。これは、ベントナイトが水和に寄与しない材料であるためと考えられる。普通のモルタル、コンクリートのように圧縮強度は水セメント比に依存することがわかった。②逆に弾性係数はベントナイトセメント比によって影響されることがわかった。また、同様な圧縮強度において、セメントベントナイト比が大きいものほど弾性係数が小さくなることから、水セメント比とベントナイトセメント比を適切に選択することにより、必要な変形特性が得られると考えられる。③しかし、ベントナイトは吸水作用があり、練り混ぜ時の材料分離の抑制等による施工性の改善効果がある反面、同一ワーカビリティで水セメント比を一定とする場合、ベントナイトセメント比が増加することにより、単位水量、単位セメント量が増加し反対に単位骨材量が減少することも考えられるため、ベントナイトの添加量には限界があることも十分考えられる。

6. あとがき

本試験結果により、CB複合材料の圧縮強度に影響を及ぼす主要因を示すことができた。しかし、本試験は一定の流動性を保証範囲内での検討であるため、今後は他の要因に対する影響を詳細に検討する必要がある。また、ベントナイト自身の吸水作用がCB複合材料の長期強度等および乾燥収縮等にどのような影響をあたえるかも把握する必要があると考える次第である。

7. 謝辞

本研究を遂行するに当たって、貴重なご指導を賜った東京工業大学長瀧教授に深い謝意を表します。

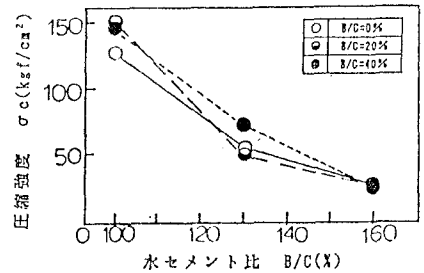


図-2 水セメント比と圧縮強度の関係

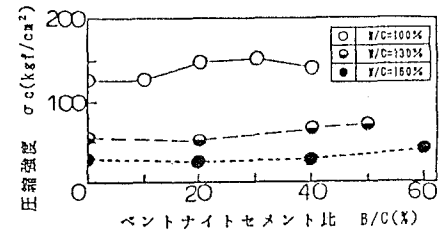


図-3 ベントナイトセメント比と圧縮強度の関係

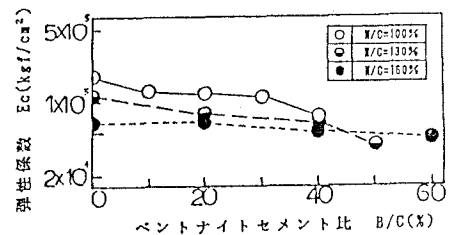


図-4 ベントナイトセメント比と弾性係数の関係