

VI-33 セメントベントナイト複合材料の長期材令における強度・変形特性について

(財) 電力中央研究所 正会員 大沼博志

(財) 電力中央研究所 正会員 広永道彦

(株) 間 組 正会員 T.D.P.OANH

(株) 間 組 正会員 竹内恒夫

1. まえがき

放射性廃棄物の埋設深度を300m以浅に想定した場合、処分施設と周辺岩盤の充填材料には、周囲の岩盤と同程度の変形性能を持つ必要がある。筆者らは前報¹⁾で圧縮強度50~100kgf/cm²、弾性係数0.5~10×10⁴ kgf/cm²の比較的低強度について、セメントにベントナイトを混ぜた複合材料（以下CB複合材料と記す）の圧縮強度に影響を及ぼす主要因について明らかにした。

本報告はCB複合材料の長期試験体について長期材令の圧縮強度、弾性係数および乾燥収縮について取りまとめたものである。

2. 配合と試験項目

試験に用いた配合条件および練混ぜ試験結果を表-1に示す。使用したセメントは普通ポルトランド、細骨材は大井川産川砂、ベントナイトはホルクレイ社（米国）製ホルクレイSPVである。練混ぜは砂、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2分間混合した。

試験項目は一軸圧縮強度試験（JIS A 1108）および長さ変化試験（JIS A 1129）を行った。

各々の試験体はφ5×10cm、4×4×16cmで、養生は水中養生とし、各試験の供試体は3体とした。なお、長さ変化試験では供試体を1週間水中養生後温度20℃の恒温室にて気中放置したものと、脱型後水中養生を行ったものの2ケースがある。

3. 試験結果および考察

1) 長期材令における圧縮強度について

図-1、2に材令における圧縮強度の変化と応力~ひずみ曲線の1例を示す。試験結果から次のことが判明した。

- ① 圧縮強度 σ_c は28日程度まで材令とともに急激に増加したがその後の強度の伸びは小さくなる。
- ② 材令28日の圧縮強度が50~100kgf/cm²の範囲であれば長期材令における圧縮強度もほぼその範囲内にある。しかし、その範囲内でも1部100kgf/cm²を超えるものもあるため配合設計に当たっては注意する必要がある。

表-1 練混ぜ試験条件と結果

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

W:水、C:セメント、B:ベントナイト、S:細骨材
配合番号の意味；例M-100-10：モルタル系、W/C=100%、B/C=10%

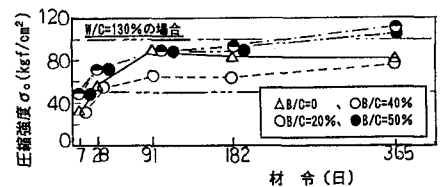


図-1 材令と圧縮強度の関係（一例）

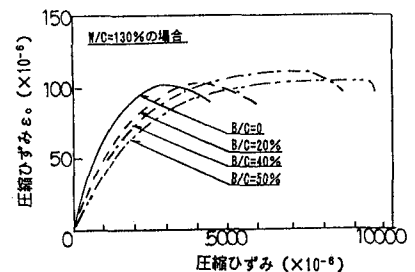


図-2 応力~ひずみ曲線（一例）

③バントナイトとB/Cが大きいほど応力～ひずみ曲線の勾配はゆるやかとなり、バントナイトの添加による変形能力の向上が見られた。

④B/Cによる圧縮強度の変化は見られない。これはバントナイトが骨材と同じように水和に寄与しない結合材料であり、圧縮強度は主にW/Cに依存するものであると考えられる。

2) 長期材令における弾性係数について

図-3、4に材令と弾性係数の関係およびB/Cと弾性係数の関係を示す。試験結果により、次のことが観察された。

①弾性係数 E_c は91日まで材令に伴って増加するがその後の変化はほとんどない。

②B/Cが増加するに従って弾性係数は減少する傾向を示す。

また、B/Cが40%以下ではW/Cが大きいほど、弾性係数も小さくなる傾向を示す。

3) 乾燥収縮について

図-5、6に長さ変化試験による放置期間と収縮率の関係を示す。ここに収縮率とは基準とする供試体の初期長さに対する収縮長の比である。試験結果により次のことが判明した。

①収縮率は気中養生の場合、放置期間90日でほぼ一定となった。同様なW/Cにおいて、B/Cが大きいほど収縮率は大きくなり、B/C=20～50%において収縮率 $=2\sim8\times10^{-3}$ で、バントナイトを添加しない配合の収縮率 $1\sim2\times10^{-3}$ に比較して約2～6倍大きくなった。これはB/Cが大きくなると単位水量が多くなり、脱水による収縮が大きくなるためと考えられる。

②水中養生の場合、バントナイトの添加の有無と関係なく収縮の発生はほとんど見られない。

4. まとめ

C/B複合材料の大きな特徴の1つとして、バントナイトの添加により圧縮強度は変化しないが弾性係数は低下することが上げられる。この特徴から W/CおよびB/C(ひいてはバントナイト添加率)を適切に選定することにより、所定の圧縮強度と弾性係数が得られる。

一方、C/B複合材料の収縮率は気中養生では大きいことが欠点として取り上げられるが、乾燥されない環境(水中または湿度が高い場所)で適用する場合、収縮率は小さく、乾燥収縮によるひびわれの発生は少ないと考えられる。

5. あとがき

C/B複合材料の長期材令における強度・変形特性および収縮性を試験により確認した。

今後は材料のクリープ特性、透水性の調査を行うとともに、材料の耐久性評価に重要な微細構造、浸漬による化学的反応特性等についても調査する必要があると考えられる。

最後に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。

参考文献1) 楠本ら「バントナイト複合材料の強度・変形特性について」土木学会第46回同年次学術講演会、H.3.9

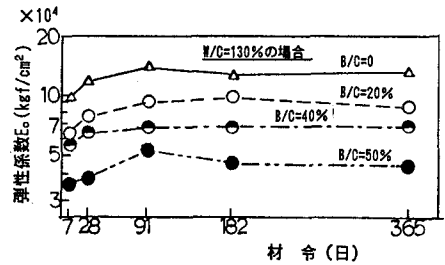


図-3 材令と弾性係数の関係(一例)

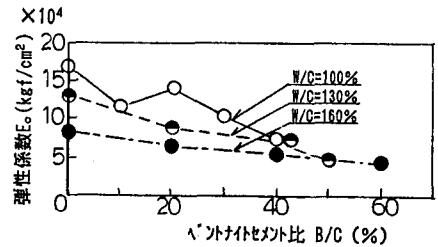


図-4 B/Cと弾性係数の関係(一例)

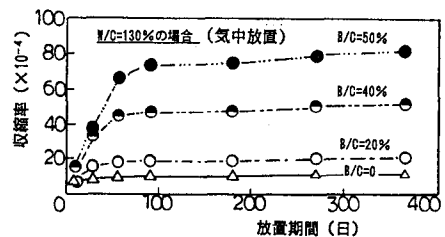


図-5 放置期間と収縮率の関係(一例)

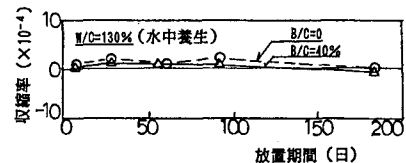


図-6 放置期間と収縮率の関係