

通常の10倍の耐硫酸性を有するコンクリートにおける使用セメントの種類とその諸物性について

宇部興産(株) 正会員 藤野 由隆, 正会員 ○浅上 修
大成建設(株) フェロー 新藤 竹文, 正会員 宮原 茂禎

1. はじめに

下水道施設では, 密閉された管路や汚泥貯留槽の気相部において, 生物反応で生成された硫酸によるコンクリート中のセメント水和物の分解反応, および, セッコウやエトリンガイトなどの生成反応による膨張破壊に伴い, 著しい侵食を生じる場合が多く知られている¹⁾. 筆者らは, 特殊化学混和剤を添加することで, 劣化因子である周囲の硫酸と反応してコンクリート表面に緻密なセッコウ層を形成し, これがバリア層となって耐硫酸性を通常のコンクリートの10倍にまで高めたコンクリートを開発した²⁾.

本研究では, この耐硫酸性コンクリートに土木構造物で多く用いられている高炉セメントを使用した場合の耐硫酸性や強度特性を明らかにするとともに, 断熱温度上昇量の試験結果について, 検討した.

2. 試験方法

表1に使用材料を, 表2にコンクリートの配合をそれぞれ示す. 高炉セメントB種に特殊化学混和剤を添加した配合(以下, BB 耐と略する)と添加しない配合(以下, BB 汎と略する)で試験を実施した. 比較として, 普通ポルトランドセメントを使用した従来の耐硫酸性コンクリート(以下, N 耐およびN 汎と略する)についても同様に評価した²⁾. コンクリートは, 所定の型枠に打設し, 成型1日後に脱型した. 供試体は所定の材齢まで20℃の水中で養生した後, 各種試験に供した. 表3に検討したコンクリートの試験項目及び試験方法の概略を示す. 硫酸浸せき試験の供試体(10×10×20cm)は, 側面1面以外の5面を変性シリコン系樹脂で保護し, 所定期間, 硫酸水溶液(5%)に浸漬した. その後, 所定の浸せき期間経過時に取り出して表面を水洗いした後, コンクリートカッターで切断し, 健全部をノギスで測定した. 侵食深さは, 図1に示すとおり, 暴露前の寸法と暴露後の変質した層を除いた健全部の長さの差($x-y$)とした.

表1 使用材料

記号	種別	品質
W	水	上水道水
BB	高炉セメントB種	密度: 3.04g/cm ³ ブレン比表面積: 3800cm ² /g
N	普通ポルトランドセメント	密度 3.16 g/cm ³ ブレン比表面積: 3290cm ² /g
Lsp	石灰石微粉末	密度: 2.70 g/cm ³ ブレン比表面積: 4190cm ² /g
S1	山砂+石灰石砕砂の混合品	表乾密度: 2.62g/cm ³ , 粗粒率: 2.45
S2	石灰石砕砂	表乾密度: 2.61g/cm ³ , 粗粒率: 2.87
G1	硬質砂岩砕石	表乾密度: 2.67g/cm ³ , 粗粒率: 6.81
G2	石灰石砕石	表乾密度: 2.70g/cm ³ , 粗粒率: 6.65
SAd	特殊化学混和剤	—

表2 コンクリートの配合

配合記号	W/C	単位量(kg/m ³)								
		W	BB	N	Lsp	S1	S2	G1	G2	SAd
BB 耐	55	170	310	—	290	—	875	—	770	24
BB 汎	55	172	313	—	—	802	—	999	—	—
N 耐	55	170	—	310	290	—	885	—	770	24
N 汎	55	170	—	310	—	963	—	850	—	—

表3 試験項目及び試験方法

項目	試験方法
耐硫酸性 (硫酸浸せき試験)	JIS 原案「コンクリートの溶液浸せきによる耐薬品性試験方法(案)」を基に試験を実施.
圧縮強度試験	JIS A 1108「コンクリートの圧縮強度試験方法」に準拠.
断熱温度上昇試験	空気循環式断熱温度上昇試験装置による.

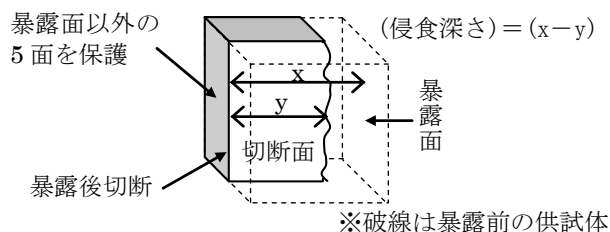


図1 侵食深さの測定

キーワード 耐硫酸性, 高炉セメント, コンクリート, 断熱温度上昇特性,

連絡先 〒135-0061 東京都江東区豊洲 4-11-3 宇部興産(株) 技術開発研究所 TEL 03-5547-5356

3. 試験結果

写真1に硫酸浸せきした供試体の暴露面を、図2にコンクリート供試体の硫酸浸せき試験結果を示す。高炉セメントを使用したBB耐でも、普通ポルトランドセメントを使用した従来の耐硫酸性コンクリート²⁾と同様に、暴露面に緻密なせっこう層が形成されており、汎用コンクリートに比べて、耐硫酸性に優れていることが確認できた。また、N耐と比較しても差はなく、特殊化学混和剤の添加により高炉セメントの場合でも良好な耐硫酸性を示した。

図3に圧縮強度試験結果を示す。BB耐の圧縮強度は、BB汎よりも若干高く、普通ポルトランドセメントを使用した従来の耐硫酸性コンクリート⁴⁾の通り、石灰石微粉末の添加により普通ポルトランドセメントと同様、良好な強度発現性を示した。

図4に断熱温度上昇試験の結果を示す。比較として土木学会示方書のセメント量による係数および推定式を用いて求めた推定値を併記する。BB耐は、特殊化学混和剤の添加により凝結が遅延する傾向にあった。この水和反応の抑制により温度上昇を抑えられることとなり、結果として終局断熱温度上昇量が約10度低くなったものと推察される。

4. まとめ

筆者らが開発した通常の10倍の耐硫酸性を有するコンクリートについて、高炉セメントを使用した場合の特性を確認した。このコンクリートは、高い耐硫酸性を有することに加えて、通常のコンクリートに比べて、強度発現性に優れる事が分かった。

参考文献：

- 1) 三品文雄：微生物腐食の4段階メカニズム，さらに詳しい下水道腐食対策講座，2003
- 2) 佐々木彰ほか：骨材岩種と水セメント比がコンクリートの耐硫酸性に与える影響，第61回年次学術講演会講演概要集，土木学会，pp599-600，2006.9
- 3) 蔵重勲，魚本健人：硫酸腐食によるセメント硬化体の侵食メカニズム，セメント・コンクリート論文集，No. 55，pp458-463，2001
- 4) 例えば 平田隆祥ほか：石灰石粉末の多量添加がコンクリートの強度特性に及ぼす影響，セメント・コンクリート論文集，No. 49，pp204-209，1995.12

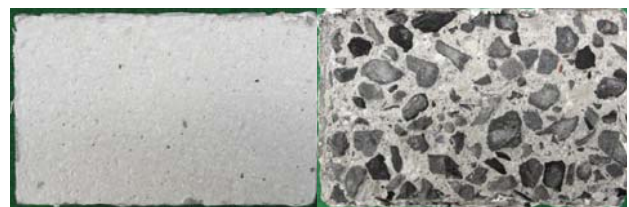


写真1 BB耐 BB汎
5%硫酸水溶液に13週間浸せきした
供試体の暴露面

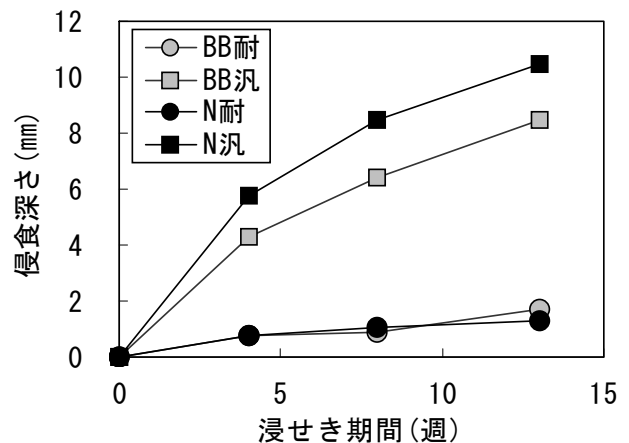


図2 浸せき期間と侵食深さとの関係

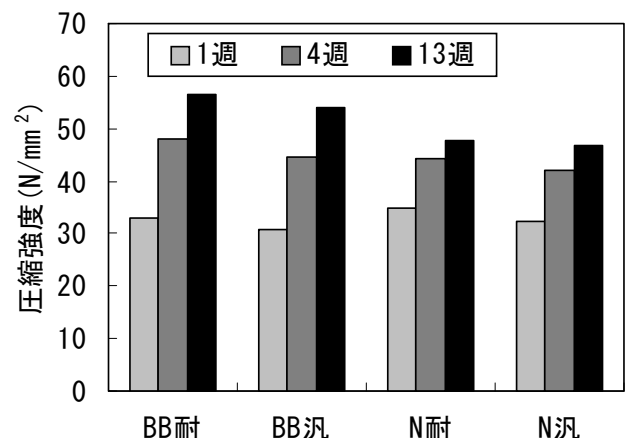


図3 圧縮強度試験結果

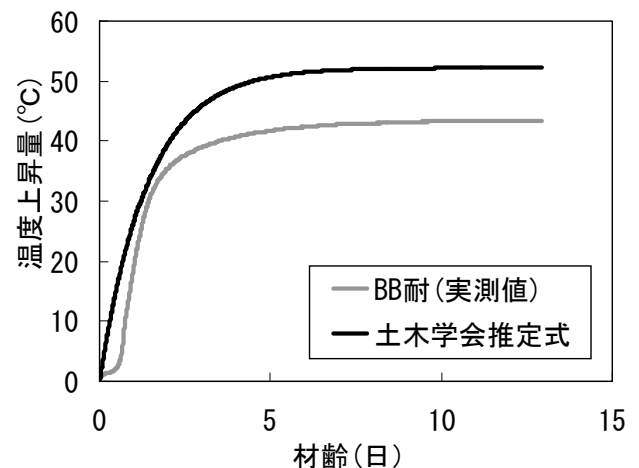


図4 断熱温度上昇試験結果