

耐硫酸性を有するコンクリートの下水環境における耐久性

(株)宇部三菱セメント研究所 正会員○佐々木彰，高橋俊之
 大成建設(株)土木技術研究所 正会員 宮原茂禎，正会員 新藤竹文，正会員 大脇英司
 日本下水道事業団 遠山晃二，持田雅司

1. はじめに

下水道施設のコンクリートは，硫酸侵食により早期劣化することが知られている。これまでの検討で，著者らは，特殊化学混和剤と石灰石系材料を使用することで，硫酸浸せき試験におけるコンクリートの耐硫酸性が一般的なコンクリートの10倍以上に向上することを見出した¹⁾。本研究では，耐硫酸コンクリートの硫酸浸せき試験および下水道施設等の腐食環境における暴露試験を実施した結果を報告する。

2. 試験概要

使用材料を表1に，コンクリートの配合を表2に示す。供試体は，成型1日後に脱型し材齢28日までの標準養生後，側面の1面を残して5面を変性シリコン系樹脂で保護することとし，これを用いて硫酸浸せき試験および腐食環境における暴露試験を行なった。

硫酸浸せき試験は，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)」に準じるものとし，硫酸水溶液の濃度は5%とし，供試体は10×10×40cmの角柱とした。浸せき期間は4週，8週，13週および26週とした。

腐食環境における暴露試験は，過去にコンクリートの劣化が観測されている箇所として，下水道処理施設の貯留槽(貯留槽①，貯留槽②)および着水井，下水道管路(管路①および管路②)，試験受水槽(以下，受水槽)，これらに加えて腐食再現試験装置(以下，再現装置)を選定した。供試体は，一辺が7cm程度の直方体とし，通気性の籠および網に入れ，気中部に設置した。腐食再現試験装置は，硫化水素濃度を200ppm，温度を30℃，相対湿度を95%以上に保つように運転し，供試体は他の暴露試験と同様に気中部へ設置した。暴露期間は6ヶ月，12ヶ月および24ヶ月とした。暴露試験は設置場所を変えて，4つのシリーズに分けて表3のとおり実施した。

所定の期間で供試体を回収し，侵食深さを測定した。侵食深さは，コンクリートカッターで長手軸方向に垂直に端面から約2cm幅で切断し，試験前の長さとし浸せき後または暴露後の健全部分(目視で確認した変質層を除く部分)の長さの差として求めた。

表1 使用材料

記号	品名	産地等
W	水	上水道水
N	普通ポルトランドセメント	宇部興産(株)製
H	早強ポルトランドセメント	宇部興産(株)製
Lsp	石灰石微粉末	山口県美祢市産
S1	海砂	福岡県福岡市産
S2	石灰石砕砂	山口県美祢市産
G1	硬質砂岩碎石	山口県山口市産
G2	石灰石碎石	山口県美祢市産
SAd	特殊化学混和剤	—

表2 コンクリートの配合

配合記号*1	水セメント比(%)	単位量(kg/m ³)					
		W	N*2	Lsp	S1*3	G1*4	SAd
比較用①	55.0	170	309	—	872	943	—
比較用②	55.0	160	291	—	914	946	—
N-43-10	42.9	140	326	141	816	994	11.2
N-43-10Ls	42.9	135	315	135	(854)	(1014)	10.8
N-55-21	55.0	158	287	155	776	943	21.2
H-55-21	55.0	153	(278)	150	787	956	20.5
N-55-24Ls	55.0	170	310	231	(822)	(770)	24.0
N-65-24Ls	65.0	170	262	279	(815)	(770)	24.0
H-55-24Ls	55.0	157	(285)	215	(852)	(807)	24.0
H-65-24Ls	65.0	157	(242)	258	(859)	(807)	24.0

*1：記号は(使用セメント)・(水セメント比)・(SAd添加量)
 (添え字：Lsは石灰石骨材を使用)の順に記す。
 *2：()はH *3：()はS2 *4：()はG2

表3 暴露試験の設置場所

	暴露場所	配合記号
シリーズ1	貯留槽①，貯留槽②，着水井	比較用①，N-43-10，N-43-10Ls
シリーズ2	貯留槽①，貯留槽②，着水井	比較用②，N-55-21，H-55-21
シリーズ3	管路①，管路②	比較用②，H-55-24Ls
シリーズ4	受水槽，再現装置	比較用②，H-55-24Ls，H-65-24Ls，N-55-24Ls，N-65-24Ls

キーワード 硫酸浸せき試験，耐硫酸性，下水，暴露試験，浸食，コンクリート

連絡先 〒755-8633 山口県宇部市大字小串字1-6 (株)宇部三菱セメント研究所 TEL0836-22-6157

3. 試験結果

5%硫酸浸せき試験における侵食速度(浸せき期間と侵食深さを線形回帰した関係線の傾き)を図1に示す。比較用②の侵食速度は、シリーズ2, 3および4で実施した試験結果の平均値を記した。特殊化学混和剤添加量が $24\text{kg}/\text{m}^3$ で石灰石骨材を使用した配合(シリーズ4)の侵食速度は、比較用②の $1/10$ 程度であった。

暴露試験における侵食速度(暴露期間と侵食深さを線形回帰した関係線の傾き)を図2に示す。いずれの設置場所でも比較用コンクリートよりも耐硫酸コンクリートのほうが侵食速度が小さく、下水道施設などの腐食環境においても高い耐侵食性を示した。

5%硫酸浸せき試験における比較用コンクリートに対する侵食速度の比(以下、侵食速度比)と暴露試験における侵食速度比との関係を図3に示す。ばらつきは大きいものの、5%硫酸浸せき試験における侵食速度比が大きいほど、暴露試験における侵食速度比が大きくなり、5%硫酸浸せき試験の結果により、下水道施設などの腐食環境における耐硫酸コンクリートの耐侵食性を、一般的なコンクリートの耐侵食性を基準におおよそ推定することが可能と考えられる。

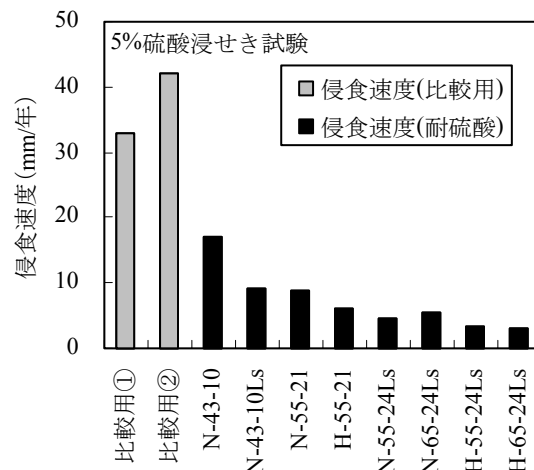


図1 硫酸浸せき試験における侵食速度

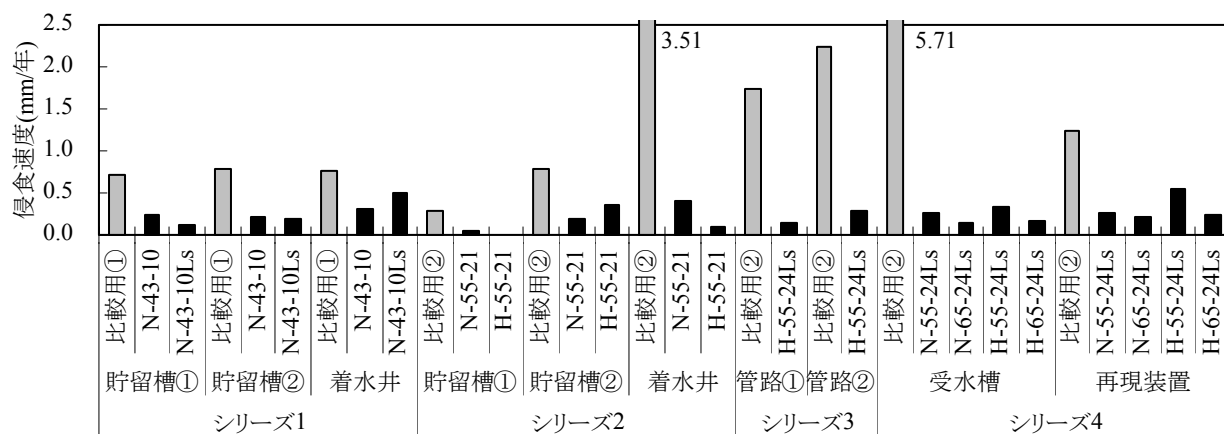


図2 暴露試験における侵食速度

4. まとめ

本研究では特殊化学混和剤、石灰石微粉末および石灰石骨材を用いた耐硫酸コンクリートの硫酸浸せき試験と下水道施設などにおける腐食環境への暴露試験を行なった。その結果、耐硫酸コンクリートは、硫酸浸せき試験および実環境において良好な耐侵食性を示した。また、下水道施設などの比較的激しい腐食環境における耐硫酸コンクリートの耐侵食性を5%硫酸浸せき試験結果により、おおよそ推定できることを確認した。

参考文献

- 1) 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
- 2) 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

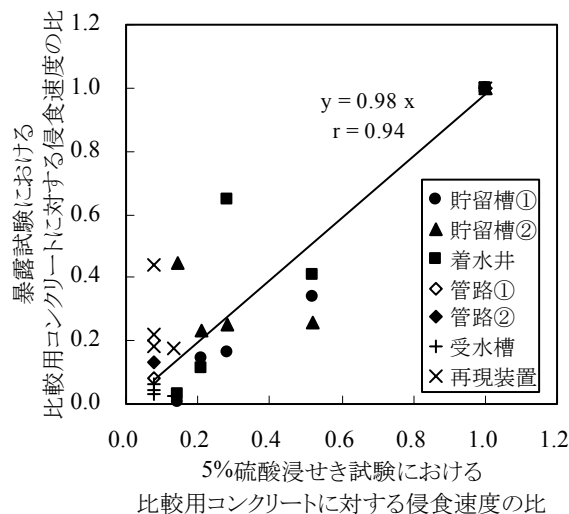


図3 5%硫酸浸せき試験における侵食速度比と暴露試験における侵食速度の比との関係