

耐硫酸性に優れるコンクリートの施工性に関する検討 [従来のコンクリートの10倍以上の耐硫酸性をもつ材料の開発-その2]

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
(株)宇部三菱セメント研究所 正会員 佐々木彰, 高橋俊之, 五十嵐秀明
日本下水道事業団 稲毛克俊, 正会員 須賀雄一

1. はじめに

下水道施設のコンクリートは、生物反応で生成された硫酸による侵食で、早期に劣化することが知られている。著者らは、これまでにコンクリートに耐硫酸性付与剤を添加することで、コンクリートの耐硫酸性を向上させる技術を開発し¹⁾、適切な骨材岩種ならびに水セメント比とすることで、耐硫酸性をより向上できることを示した²⁾。ここでは、この耐硫酸コンクリートの施工性能を中心に検討した結果について報告する。

2. 試験方法

(1) 使用材料および配合

耐硫酸性付与剤と石灰石を使用することにより、従来のコンクリートの10倍以上の耐硫酸性をもつ耐硫酸コンクリート²⁾について、下水道施設が水密コンクリートであることを考慮してW/Cを55%以下とし、高い自己充てん性を有するコンクリートとなるようにさらに配合の修正を試みた。

その結果、単位粗骨材容積は $0.285\text{m}^3/\text{m}^3$ とし、セメントは普通ポルトランドセメント、混和材はブレン値の小さい石灰石微粉末を用いた上で総粉体量を $50\text{kg}/\text{m}^3$ 増やした配合を選定した。使用材料と配合をそれぞれ表1と表2に示す。これはU型充てん性試験(障害R2)において、充てん高さ350mm以上の良好な自己充てん性を有する配合である。

(2) 実機製造試験

耐硫酸コンクリートは、表2を示方配合として通常のレディーミクストコンクリート工場で製造した。二軸強制練りミキサ(容量 6m^3)を用いて、1バッチ当りの練混ぜ量を 2.5m^3 としてミキサ負荷値が十分に一定になるまで練り混ぜることとし、総練混ぜ時間を180秒とした。コンクリートは実際のアジテータトラックに積載し、練上り直後と30分後にフレッシュ性状を確認後、現場に運搬して打設試験を行った。現場において160分後までフレッシュ性状の経時

変化を測定した。目標性能をスランプフロー $70\pm 5\text{cm}$ 、充てん高さ350mm以上とした。

(3) 施工性確認試験

全断面に耐硫酸コンクリートを適用した試験体(新設試験体)と、一部分に適用した試験体(補修試験体)を用いて耐硫酸コンクリートの施工性を確認した(図2)。新設試験体と補修試験体は、それぞれ新設工事、補修工事における施工性の確認を目的とし、下水道施設を参考に鉄

表1 使用材料

材 料	種類・品質
練混ぜ水	水道水
セメント	普通ポルトランドセメント (密度 $3.16\text{g}/\text{cm}^3$, ブレン比表面積 $3290\text{cm}^2/\text{g}$)
細骨材	石灰石砕砂 (密度* $2.67\text{g}/\text{cm}^3$, 粗粒率2.88)
粗骨材	石灰石碎石 (密度* $2.70\text{g}/\text{cm}^3$, 粗粒率6.56)
混和材	石灰石微粉末 (密度 $2.67\text{g}/\text{cm}^3$, ブレン比表面積 $4190\text{cm}^2/\text{g}$)
混和剤	Ad1 AE減水剤
	Ad2 耐硫酸性付与剤

※骨材の密度は表乾状態における密度

表2 コンクリートの配合

W/C (%)	空気量 (%)	単位量(kg/m^3)						
		水	セメント	混和材	細骨材	粗骨材	Ad1	Ad2
55	4.5	170	310	231	833	770	1.375	24

キーワード 耐硫酸性, コンクリート, 自己充てん, 石灰石骨材, 施工性

連絡先 〒245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町344-1 大成建設(株)技術センター土木技術研究所 TEL045-814-7228

筋量が多い条件で充てん性を確認した。新設試験体では主筋(D19)と配力筋(D16)をそれぞれ10cm間隔で配置した格子状の鉄筋を2.3×1.4mの面に平行に2層配置し、D13のせん断補強筋で締結した。補修試験体では耐硫酸コンクリートを打設した厚さ10cmの部位に鉄筋の格子の1層を設置した。充てんする最小間隔は約2cmとした。型枠の1面をアクリル板とし、充てん状況を観察した。また、硬化後に30, 90, 150, 210cmの高さにおいて密度、強度、付着力などを測定し、充てん性や均一性を確認した。

3. 試験結果

(1) 耐硫酸コンクリートの製造

耐硫酸コンクリートはフレッシュ性状を確認後、現場に運搬して打設試験を行った。現場において160分後までフレッシュ性状の経時変化を測定した。160分後のスランプフローは70.5cm、U型充てん高さは358mmであり、目標とした性能を満足した。表2に示す耐硫酸コンクリートは、通常のレディーミクストコンクリート工場で製造が可能であり、練混ぜ開始から2時間30分以上の間、そのフレッシュ性状を保持できることが確認された。

(2) 耐硫酸コンクリートの施工性

充てん状況の観察の結果、狭隘な間隙にもコンクリートが充てんされる様子が確認できた。また、異なる高さから採取したコアを観察し、コンクリートが密実に充てんされていることを確認した。コアの密度、圧縮強度の測定結果と付着強度の測定結果(表3, 図2)から、所定の密度、圧縮強度、付着強度を有し、それぞれの変動係数が小さいことから、均一に充てんされていることを確認した。

4. まとめ

従来のコンクリートと比較して10倍以上の耐硫酸性をもつコンクリート²⁾について、一般プラントで製造し、施工性について検討した。自己充てん性を持つ耐硫酸コンクリートは通常のレディーミクストコンクリート工場で製造が可能であり、練混ぜ開始から2.5時間以上の間、フレッシュ性状を保持できることを確認した。

新設工と補修工を模した1.4m×2.3m×0.4mの試験体の打設試験と硬化後の物性の確認試験により、自己充てん型の耐硫酸コンクリートは十分な自己充てん性と均一性を持つことを確認した。

参考文献

- 1) 小西和夫ほか、下水道施設用コンクリートの耐硫酸性に関する研究、セメントコンクリート論文集, No. 57, 2003
- 2) 佐々木彰ほか、石灰石骨材の適用による耐硫酸コンクリートの性能向上の検討, 第61回年次学術講演会, 土木学会, 講演予定, 2006

なお、本研究は日本下水道事業団、大成建設および宇部興産の共同研究成果である。

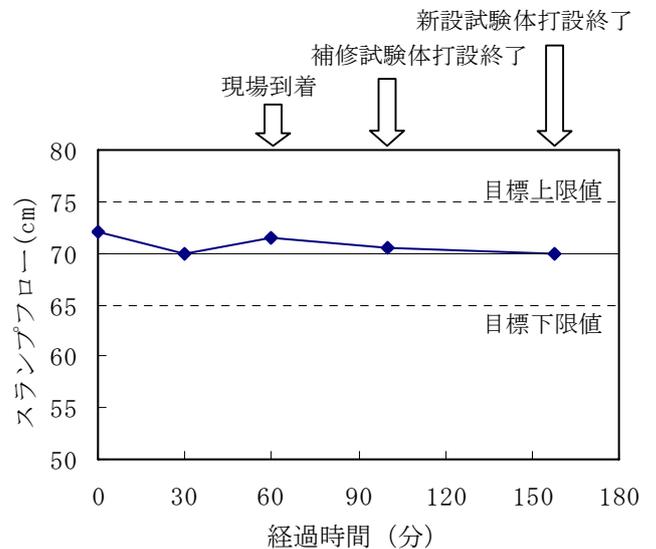


図1 スランプフローの経時変化

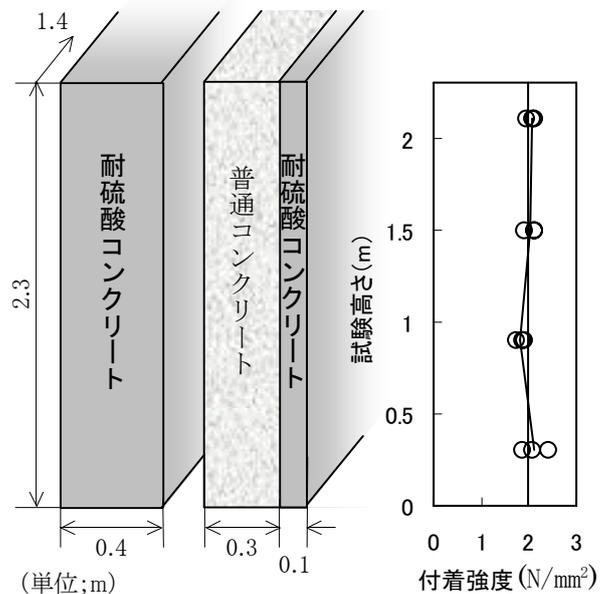


図2 大型試験体の概要と付着強度測定結果

表3 物性値の測定結果

試験体	物性	平均値	変動係数	試験点数
新設試験体	密度	2.35 g/cm ³	4.2%	12
	圧縮強度	34.2 N/mm ²	6.3%	12
補修試験体	密度	2.41 g/cm ³	1.8%	12
	圧縮強度	37.7 N/mm ²	5.2%	12
	付着強度	2.00 N/mm ²	8.8%	12