

場所打ち向け高耐酸性自硬性材料の基礎性状に関する検討

テイヒュー(株)	正会員	○山田 佳典
テイヒュー(株)	正会員	新田 智博
清水建設(株)	正会員	江渡 正満
清水建設(株)	正会員	浦野 真次

1. 目的

日本の下水道施設において、酸性の廃水や下水から二次的に発生する硫酸によるコンクリート構造物の腐食が問題となっている。また、温泉地帯などの酸性土壌では、酸性水により排水路等のコンクリート構造物が腐食を受けるため、ストックマネジメントを考慮した補修対策が重要な問題となっている。現在の下水管きよをはじめとする下水道施設のコンクリート腐食対策は、耐酸性の材料を使ったプレキャスト部材を用いる方法、あるいは耐酸性の合成樹脂や樹脂プレート等でコンクリート構造物を保護する方法が多く採用されている。これらの方法は、構造物の設置条件により使い分けているが、いずれも現場において直接打ち込むことが出来ないため、使用方法が限定される。また、現場において直接打ち込むことが可能な耐酸性材料として樹脂モルタルなどがあるが、一般的に材料コストが高いなどの欠点がある。著者らは、これらの欠点を解決するために、経済性と施工性を兼ね備えた場所打ち耐酸性自硬性材料を開発した。本報では耐酸性自硬性材料のフロー、圧縮強度及び耐酸性に関する基礎性状について報告する。

表 - 1 使用材料

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

使用材料を表 - 1 に示す。本材料は、下水污泥溶融スラグ微粉末（以下、下水スラグとする）とアルカリ珪酸塩を主原料とした耐酸性自硬性材料¹⁾に加え、主として施工性の改善を目的として、ベントナイト、吸水性ポリマー²⁾を使用した。本実験で使用した下水スラグの化学成分は表 - 2 の通りである。耐酸性自硬性材料の配合を表 - 3 に示す。また、比較用として用いた普通モルタルの使用材料、配合も示す。

2.2 硬化及び耐酸性能のメカニズム

下水スラグは、ガラス網目構造を持つ高炉スラグに比べ、 CaO/SiO_2 が小さく活性が低いと考えられる。

表 - 2 下水スラグの化学成分（%）

しかし、 P_2O_5 や Al_2O_3 等のガラス網目構造を不安定化にする物質が含まれていることにより

「活性化された状態」にあると考えられる。アルカリ珪酸塩を混入することで、潜在水硬性が発揮され水和硬化する。耐酸性

を有する主な要因は、普通モルタルに比べ、材料中に含まれるカルシウム量が少ないことや、下水スラグとアルカリ珪酸塩を反応させることで、耐酸性の珪酸ゲルが生成されたことによるものと考えられる³⁾。

表 - 3 配合表

配合名	単位量（kg/m ³ ）							
	SS	Wg	Be	P	S1	W	C	S2
耐酸性自硬性材料	530	322	88	0.5	1111	132	-	-
普通モルタル	-	-	-	-	-	256	512	1535

キーワード 耐酸性、施工性、下水溶融スラグ微粉末、ベントナイト、吸水性ポリマー

連絡先 〒369-0307 埼玉県児玉郡上里町大字嘉美字立野南 1394 テイヒュー(株) tel:0495-33-2435

2.3 試験項目

耐酸性自硬性材料の基礎性状に関して、フレッシュ性状、強度及び酸性水中での耐久性を測定した。フレッシュ性状は、JIS R 5201 に準拠しフロー試験（0打、15打）を行った。圧縮強度は、本材料を酸性水中で打設する場合を想定して、JSCE - F504 - 1999 を準用し、20 - 1wt%硫酸水溶液中で本材料を打設し、 $\phi 5 \times 10\text{cm}$ 円柱供試体を作製した。供試体は、材齢 7, 28 日まで 20 - 1wt%硫酸水溶液中に浸漬し養生した。酸性水中での耐久性は、気中で打設した $\phi 5 \times 10\text{cm}$ 円柱供試体を材齢 1 日で脱型し、浸漬前質量 (m_0)、20 - 10wt%硫酸水溶液に浸漬（浸漬期間 7, 28, 56 日）した後に質量 (m_1) を測定し、質量変化率 $W(\%) = (m_1 - m_0)/m_0 \times 100$ を求めた。

3. 試験結果

フロー試験結果を図 - 1 に示す。耐酸性自硬性材料のフローコーン引き抜き直後の試料は殆どコーンの原型を留めているが、フローテーブル落下後の試料は変動、流動した。耐酸性自硬性材料の 15 打のフローを見ると、流動性は普通モルタルと比較して小さくなった。これは、表 - 3 に示したように、耐酸性自硬性材料の単位水量は著しく少ないためと考えられるが、ある程度の流動性を確保することが出来た。圧縮強度試験結果を図 - 2 に示す。気中打設した耐酸性自硬性材料に比べて、酸性水中に打設した耐酸性自硬性材料の圧縮強度は低下するものの、普通モルタルに比べて

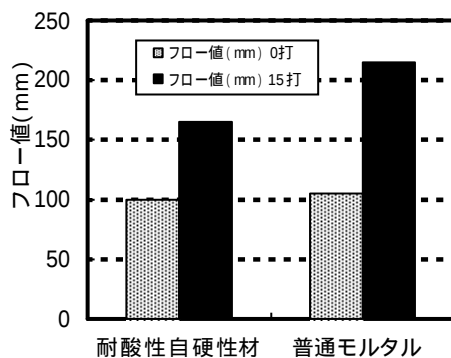


図 - 1 フロー試験結果

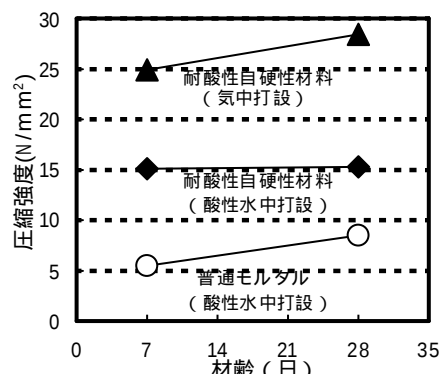


図 - 2 圧縮試験結果

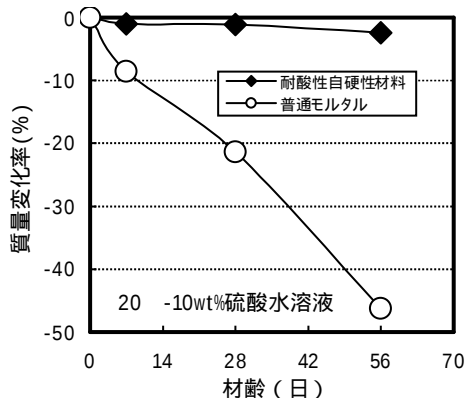


図 - 3 質量変化率 $W(\%)$



写真 - 1 10wt%硫酸浸漬56日の供試体

材齢 28 日で約 2 倍の強度発現性能を持つことが示された。酸性水中での耐久性に関して、質量変化率 $W(\%)$ の測定結果を図 - 3 に、浸漬 56 日の供試体状況を写真 - 1 に示す。写真 - 1 から明確なように、普通モルタルは浸漬期間 56 日で約 50% 減少したのに対し、耐酸性自硬性材料は約 3% の質量変化に留まり、非常に高い耐酸性を示した。約 3% の質量減少は、耐酸性自硬性材料の主材料である下水スラグ中に含まれる若干のカルシウムから生成するカルシウムシリケート水和物 (C-S-H) が、硫酸と接触し石膏に変化した後、崩壊したためと考えられる³⁾。以上のことから、施工性については更にポンプ圧送性や型枠内への充填性などを別途検討する必要があるが、ある程度の流動性を確保した上で、酸性水中での強度発現性と耐久性を有する耐酸性自硬材料を製造することができた。

4. まとめ

本報では下水スラグ、アルカリ珪酸塩、ベントナイト、吸水性ポリマーなどから構成される耐酸性自硬性材料の基礎的性状を把握した。今後はさらに、実大規模での施工性等を検討する予定である。最後に本検討にあたり、独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構、鉱害防止支援業務グループ、調査・技術チームの皆様にご助言をいただき、記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 新田ら：下水汚泥溶融スラグを用いた耐酸性コンクリートの諸物性，コンクリート工学年次論文集，Vo1.22，No.2，2000，pp.1249 - 1254
- 2) 橘ら：トンネル覆工背面新充填材料の開発，コンクリート工学論文集，Vol.11，No.3，2000.9，pp.129 - 138
- 3) 岡本ら：下水スラグを用いたヒューム管等の耐酸性コンクリート製品について，再生と利用，No86，2000，pp.84 - 89