

各種混和材を使用したモルタルの有機酸に対する抵抗性

北電興業(株) 正会員 ○坂本 久宣  
北電総合設計(株) 正会員 齋藤 敏樹  
北電総合設計(株) 森 大祐

1. はじめに

近年、酪農施設において各種有機酸によるコンクリートの劣化が報告され、プレキャスト製品工場ではコンクリートの耐酸性向上が課題となっている。これは、牧草などの貯蔵における発酵作用により有機酸が生成されたり、発酵飼料の製造にギ酸を使用する影響と考えられる。本研究では、ギ酸および乳酸を用いてフライアッシュおよび高炉セメントを使用したモルタルの有機酸に対する抵抗性について検討した。

2. 実験概要

2.1 使用材料および実験ケース

本実験で使用した材料を表-1に、実験ケースを表-2に示す。使用セメントは普通ポルトランドセメントおよび高炉セメントB種とし、フライアッシュはJIS II種を使用した。実験ケースは4ケースとした。

2.2 実験項目および方法

(1) 配合: 検討した配合を表-3に示す。コンクリート配合から粗骨材を差し引いたモルタル配合によって供試体を作製し、各実験を行った。供試体は材齢1日で脱型

し、材齢14日まで水中養生(温度20±2℃)を行った後、各濃度のギ酸および乳酸に所定材齢まで浸せきした。

(2) 溶液管理: 供試体を浸せき中の溶液は、pH測定を1回/週間の頻度で行い、全量交換を1回/月の頻度で実施した。供試体を浸せきした溶液は、濃度5%の場合では20供試体/13L、pH4の場合では10供試体/10Lとした。

(3) 圧縮強度試験・質量変化測定: 圧縮強度試験はJSCE-G505に準拠した。所定材齢経過後に供試体を取り出し、ブラシなどで表面を軽くこすり、水洗い後表面の水を拭き取り、質量および寸法を測定し、試験を実施した。

3. 実験結果

3.1 溶液管理

pH測定のうち濃度5%の結果を図-1に示す。図-1より、浸せき期間の経過にしたがいpHは高くなる傾向となり、全量交換を行った後のpH上昇はしだいに小さくなった。

表-1 使用材料

| 種 類      |     | 諸 元                                                                                                                                                  |
|----------|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| セメント     | OPC | 普通ポルトランドセメント<br>密度:3.16g/cm <sup>3</sup> ,比表面積:3260cm <sup>2</sup> /g                                                                                |
|          | BB  | 高炉セメントB種<br>密度:3.05g/cm <sup>3</sup> ,比表面積:3800cm <sup>2</sup> /g                                                                                    |
| フライアッシュ  | FA  | JIS II種灰<br>強熱減量:1.8%, SiO <sub>2</sub> :65.2%, 密度:2.29g/cm <sup>3</sup><br>ブレン比表面積:4010cm <sup>2</sup> /g, フロー値比:106%<br>活性度(28日):95%, 活性度(91日):95% |
| 細骨材      | S   | 幕別町産陸砂                                                                                                                                               |
| AE減水剤    | Ad  | ポリカルボン酸系化合物とリグニンスルホン酸塩および変性ポリオール                                                                                                                     |
| 高性能AE減水剤 | SP  | ポリカルボン酸系化合物                                                                                                                                          |
| 消泡剤      | DF  | ポリアルキレングリコール誘導体                                                                                                                                      |
| 練混ぜ水     | W   | 上水道水                                                                                                                                                 |
| ギ酸       |     | JIS K 8264                                                                                                                                           |
| 乳酸       |     | JIS K 8726                                                                                                                                           |

表-2 実験ケース

| 実験ケース    | 水結合材比 W/B | 初期値   | 圧縮強度              |             | 質量変化              |                               |
|----------|-----------|-------|-------------------|-------------|-------------------|-------------------------------|
|          |           |       | 濃度5%              | pH4         | 濃度5%              | pH4                           |
|          |           |       | ギ酸   乳酸           | ギ酸   乳酸     | ギ酸   乳酸           | ギ酸   乳酸                       |
| 1 OPC+BB | 35.1%     | 材齢14日 | 浸せき後<br>4, 8, 13週 | 浸せき後<br>52週 | 浸せき後<br>4, 8, 13週 | 浸せき後<br>4, 8, 13, 26, 39, 52週 |
| 2 FA高流動  | 31.8%     |       |                   |             |                   |                               |
| 3 FA15%  | 34.0%     |       |                   |             |                   |                               |
| 4 3成分    | 31.8%     |       |                   |             |                   |                               |

表-3 検討配合

| 実験ケース    | スランブ・スランブフロー (cm) | 水結合材比 W/B (%) | 細骨材率 s/a (%) | 単 位 量 (kg/m <sup>3</sup> ) |      |         |        |     |     |      |  | モルタル配合 (Vol%) |      |         |        |      |
|----------|-------------------|---------------|--------------|----------------------------|------|---------|--------|-----|-----|------|--|---------------|------|---------|--------|------|
|          |                   |               |              | 水                          | セメント | フライアッシュ | 高炉セメント | 細骨材 | 粗骨材 | 混和剤  |  | 水             | セメント | フライアッシュ | 高炉セメント | 細骨材  |
|          |                   |               |              | W                          | OPC  | FA      | BB     | S   | G   | (%)  |  | W             | OPC  | FA      | BB     | S    |
| 1 OPC+BB | 18±2.5            | 35.1          | 41.2         | 163                        | 139  | —       | 326    | 692 | 995 | 1.20 |  | 28.2          | 7.6  | —       | 18.5   | 45.7 |
| 2 FA高流動  | 65±10             | 31.8          | 53.9         | 173                        | 407  | 137     | —      | 841 | 718 | 0.90 |  | 25.4          | 18.9 | 8.8     | —      | 46.9 |
| 3 FA15%  | 18±2.5            | 34.0          | 41.2         | 158                        | 395  | 70      | —      | 694 | 995 | 1.20 |  | 27.3          | 21.6 | 5.3     | —      | 45.8 |
| 4 3成分    | 65±10             | 31.8          | 54.7         | 173                        | 148  | 51      | 345    | 859 | 718 | 0.90 |  | 25.3          | 6.9  | 3.2     | 16.6   | 48.0 |

キーワード 有機酸, ギ酸, 乳酸, フライアッシュ, 高炉セメント, 耐酸性

連絡先 〒060-0031 札幌市中央区北1東3-1-1 北電興業(株)土木環境部 TEL 011-261-1484

### 3.2 圧縮強度

材齢14日の酸に浸せき前の圧縮強度を100%として、各材齢の圧縮強度を浸せき前の圧縮強度で除して圧縮強度残存率を算出した。圧縮強度残存率の経時変化を図-2に示す。図-2より、溶液濃度5%の場合、浸せき期間の経過にしたがい圧縮強度残存率は小さくなる傾向を示し、ギ酸5%では13週で20%程度、乳酸5%では50%程度となり、実験ケースにより相違する結果であった。pH4の場合、実験ケースにより傾向は異なり、No.1(OPC+BB)では100%を下回るが、ほかのケースでは100%以上の圧縮強度残存率となった。酸によるC-S-HおよびCHなどの水和生成物との反応の影響と考えられ、今後、XRDやSEM-EDSなどの分析を実施したいと考えている。

### 3.3 供試体質量

材齢14日の酸に浸せき前の質量を100%として、各材齢の質量を浸せき前の質量で除して、質量残存率を算出した。質量残存率の経時変化を図-3に示す。図-3より、溶液濃度5%の場合、浸せき期間の経過にしたがい質量残存率は小さくなる傾向を示し、ギ酸5%では13週で87%程度、乳酸5%では92%程度となり、実験ケースにより相違する結果であった。pH4の場合、浸せき期間13週まで質量残存率が100%以上となり、その後小さくなる傾向であった。質量残存率が100%以上となったのは、酸との反応生成物が供試体空隙を充填したためと考えられる。

### 3.4 セメント容積と圧縮強度残存率

セメントのうち普通ポルトランドセメントが占める容積割合を算出し、圧縮強度残存率との関係を求めた。図-4に示す。ただし、高炉セメントB種は普通ポルトランドセメントが占める質量割合を55%と仮定した。図-4より、不明瞭な点もあるが、セメント容積が多くなるほど圧縮強度残存率は小さくなる傾向であった。

## 4. まとめ

- (1) 結合材中の普通ポルトランドセメントが少ない配合は、耐有機酸に優れていることが明らかになった。
- (2) フライアッシュの使用は高炉セメントB種より耐有機酸の向上に効果的であるが、本実験条件では、三成分セメントの使用が最も効果的と考えられた。

【参考文献】1)山下弘樹, 山田一夫, 平尾宙, 二戸信和: 普通ポルトランドセメントの耐硫酸塩に及ぼす混和材の影響, コンクリート工学年次論文集, Vol.29, No.1, pp.213-218, 2007

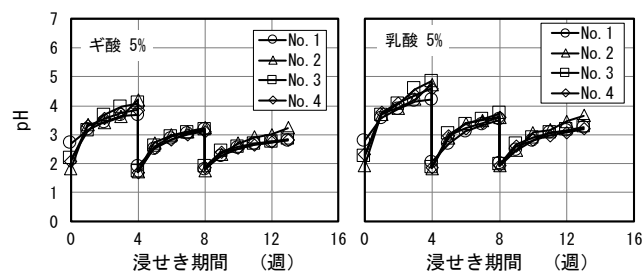


図-1 pHの経時変化

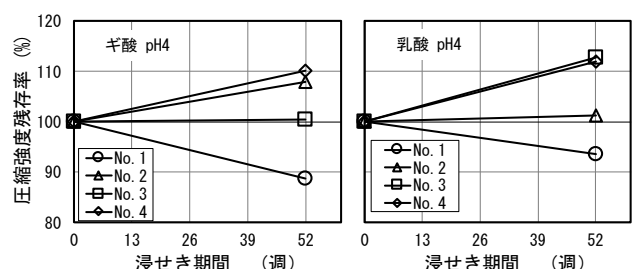
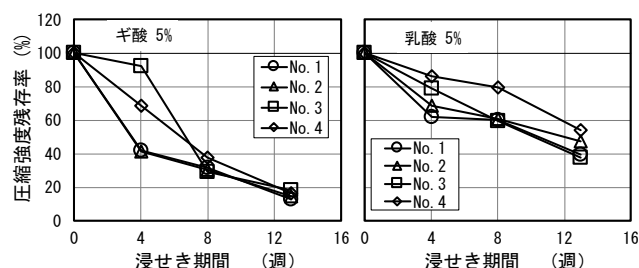


図-2 圧縮強度残存率の経時変化

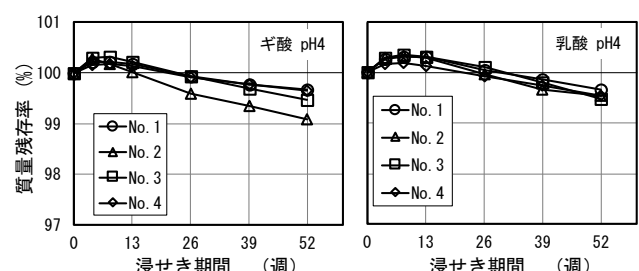
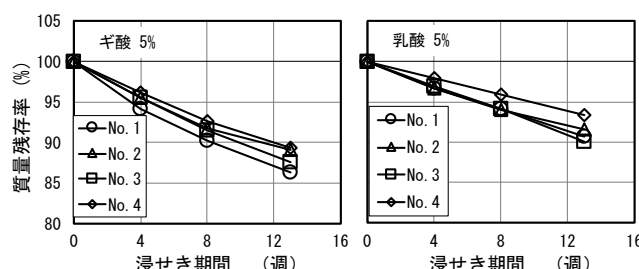


図-3 質量残存率の経時変化

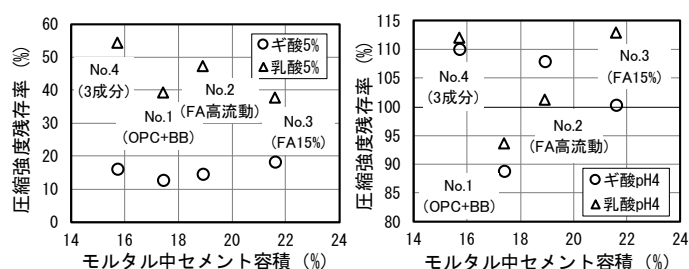


図-4 セメント容積と圧縮強度残存率の関係