

## Ⅶ-261

## 廃ガラス混入コンクリートの耐久性

愛媛大学工学部 フェロー会員 稲田善紀  
 愛媛大学工学部 正会員 木下尚樹  
 愛媛大学大学院 学生員 ○田中原太  
 松下産業㈱ 松下誠幸

## 1.はじめに

近年、産業廃棄物は種類・量ともに増加傾向にあるが、埋め立て処理場は処理量の限界に近づき新規立地に対する住民反対運動の高まりもあり廃棄物問題は、ますます深刻化してきている。一方、良質なコンクリート骨材の枯渇化も問題になっている。このようなことから、限りある資源を有効に利用するため廃棄物の再資源化を進めていく必要がある。その中でも廃ガラスを骨材として混入したコンクリートが一部実用化されてきている。しかし、一般にさらに普及させるには厳しい自然条件下での耐久性について検討をしておく必要がある。本研究では、温度履歴に対する耐久性について強度・変形特性を求めた。また、廃ガラスの内その大半を占めるソーダ石灰ガラスの主成分であるシリカがアルカリ骨材反応を起こす可能性を持つと考えられるため、コンクリート中での化学的安定性について実験を行い検討した。

## 2.温度履歴に対する耐久性試験

本実験において温度履歴を与えたガラス混入コンクリートの示方配合表を表1に示す。それぞれの試料に以下に示す処理を行い、実験を行った。

- ① 2週間標準養生した後、デシケーター内で1週間乾燥させた。
- ② 3週間標準養生させた後、さらに蒸留水内にて脱気した。

以後①の状態をDry, ②の状態のものをWetと呼ぶ。なお、3週間目に温度履歴を与え、打設後28日目に試験を行った。試料に与えた温度履歴は、熱サイクル試験装置を用いて試料に15℃(室温)を基準とし、50℃から-40℃まで与えた。昇降温速度は熱衝撃の影響を受けないと考えられる範囲の1℃/min<sup>1)</sup>とし、設定した温度でそれぞれ120分間

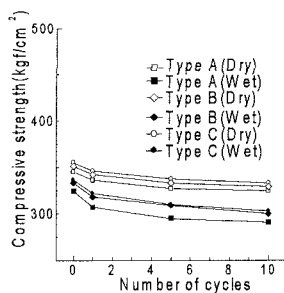


図1 高温下

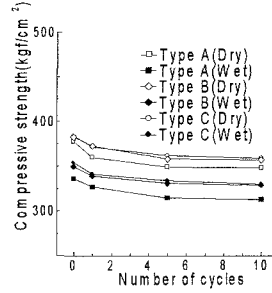


図2 常温下

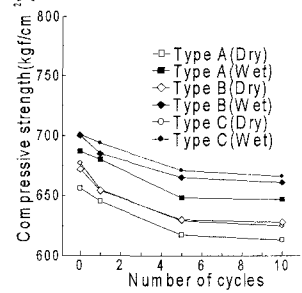


図3 低温下

保温した。次に常温下(15℃)、高温下(50℃)および低温下(-40℃)において試験を行った。試験時は、打設後28日目である。所要の温度下で行った圧縮強度と温度履歴の関係について図1-図3に示す。いずれの場合においても温度履歴の回数が増加するに伴い、強度は低下している。これは、低温および高温の繰り返し

キーワード：廃ガラス、耐久性、骨材、温度履歴、アルカリ骨材反応

連絡先：〒790-8577 松山市文京町3 愛媛大学工学部環境建設工学科 TEL.089-927-9815 FAX.089-927-9842

表1 示方配合

| Type A ガラス率 80%(粒度未調整)   |      |       |       |       |       |       |       |
|--------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 単位量 (kg/m <sup>3</sup> ) |      |       |       |       |       |       |       |
| 水                        | セメント | 細骨材 S | 粗骨材 G |       |       |       | 混和剤   |
| W                        | C    | 砂     | No. 1 | No. 2 | No. 3 | No. 4 | AE減水剤 |
| 194                      | 451  | 318   | 371   | 371   | 371   | 124   | 1.35  |

| Type B ガラス率 80%(JISによる粒度調整) |      |       |       |      |      |       |  |
|-----------------------------|------|-------|-------|------|------|-------|--|
| 単位量 (kg/m <sup>3</sup> )    |      |       |       |      |      |       |  |
| 水                           | セメント | 細骨材 S | 粗骨材 G |      | 混和剤  |       |  |
| W                           | C    | 砂     | ガラス材  | ガラス材 | AE剤  | AE減水剤 |  |
| 194                         | 451  | 64    | 247   | 1236 | 1.35 | 1.13  |  |

| Type C ガラス率 0%(普通コンクリート) |      |       |       |      |       |  |
|--------------------------|------|-------|-------|------|-------|--|
| 単位量 (kg/m <sup>3</sup> ) |      |       |       |      |       |  |
| 水                        | セメント | 細骨材 S | 粗骨材 G | 混和剤  |       |  |
| W                        | C    | 砂     | G     | AE剤  | AE減水剤 |  |
| 194                      | 451  | 318   | 1236  | 0.44 | 8.65  |  |

による構成粒子の熱膨脹量および熱収縮量の違いによりマイクロクラックが増加・拡大したものと思われる。しかし、5 サイクル以降は低下の割合が小さくいずれある強度に落ち着くものと思われる。また、高温下および常温下において Dry より Wet の方が強度が小さいが、低温下においては Wet の方が強度が大きい。これらは、試料中の間隙水による影響と考えられる。

### 3.アルカリ骨材反応試験

アルカリ骨材反応試験においては、JIS A 5308(アルカリ骨材反応試験化学法、モルタルバー法)に定められた方法により試料を用意し、実験を行った。まず、化学法により骨材の反応性について実験を行った。図 4 に化学法によるアルカリ濃度減少量(Rc)と溶解シリカ量(Sc)の関係を示す<sup>2)</sup>。砂については反応性骨材ではない。ガラスについてはアルカリ濃度減少量が「負」の値をとり図中に示すことができなかった。これは、ソーダ石灰ガラスの成分中に含まれているアルカリ分(ナトリウム)が溶けだしたためと考えられる。そこで、ガラスを実際に混入したモルタルを作製しアルカリ骨材反応を促進させる養生方法を取り膨張率を求めた。表 2

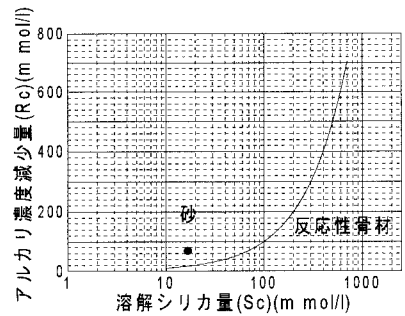


図 4 判定図

表 2 骨材の混合割合

| 試料の粒度(mm) |      |     | 質量百分率 |     | 質量     |      | ガラス 100% |        | ガラス 75% |        | ガラス 50% |        | ガラス 25% |        | ガラス 0% |        |
|-----------|------|-----|-------|-----|--------|------|----------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|--------|--------|
|           |      |     |       |     |        |      | 砂(g)     | ガラス(g) | 砂(g)    | ガラス(g) | 砂(g)    | ガラス(g) | 砂(g)    | ガラス(g) | 砂(g)   | ガラス(g) |
| 通過        | 残留   | (%) | (g)   | (%) | (g)    | 0%   | 100%     | 25%    | 75%     | 50%    | 50%     | 75%    | 25%     | 100%   | 100%   | 0%     |
| 4.75      | 2.36 | 10  | 135.0 | 0   | 135.0  | 33.8 | 101.3    | 67.5   | 67.5    | 101.3  | 33.8    | 135.0  | 0       | 0      | 0      | 0      |
| 2.36      | 1.18 | 25  | 337.5 | 0   | 337.5  | 84.4 | 253.1    | 168.8  | 168.8   | 253.1  | 84.4    | 337.5  | 0       | 0      | 0      | 0      |
| 1.18      | 0.60 | 25  | 337.5 | 0   | 337.5  | 84.4 | 253.1    | 168.8  | 168.8   | 253.1  | 84.4    | 337.5  | 0       | 0      | 0      | 0      |
| 0.60      | 0.30 | 25  | 337.5 | 0   | 337.5  | 84.4 | 253.1    | 168.8  | 168.8   | 253.1  | 84.4    | 337.5  | 0       | 0      | 0      | 0      |
| 0.30      | 0.15 | 15  | 202.5 | 0   | 202.5  | 50.6 | 151.9    | 101.3  | 101.3   | 151.9  | 50.6    | 202.5  | 0       | 0      | 0      | 0      |
| 計         |      |     | 100   |     | 1350.0 | 0    | 1350.0   | 337.5  | 1012.5  | 675.0  | 675.0   | 1012.5 | 337.5   | 1350.0 | 0      | 0      |
| 総計        |      |     |       |     |        |      | 1350.0   |        | 1350.0  |        | 1350.0  |        | 1350.0  |        | 1350.0 |        |

にモルタルバー法で試験を行った骨材の混合割合を示す。モルタルバー法で用いた試料は、骨材全体に対するガラスの混合割合を重量比で 0、25、50、75、100%としその膨張率を求めた。図 5 に膨張率と測定材齢の関係を示す。砂単一では、膨張率は小さく、ガラス単一では大きい。また、反応性骨材ではないとされる砂に対してガラスの代替率を増加させる毎に膨張率は増加している。これは、ガラスがモルタル中でアルカリ骨材反応を起こしているものと思われる。また、ガラスの代替率 100%より 75%の膨張率が大きい結果が得られた。これは、実際に反応をするアルカリ量とシリカ量の反応割合が最も大きいいわゆるペシマム現象が起こったものと考えられる。このことより、単一で膨張率の大きい骨材に対して、単一では膨張率の小さい骨材をある割合で混入することにより、かえって膨張率を大きくさせる膨張割合が存在することがわかった。

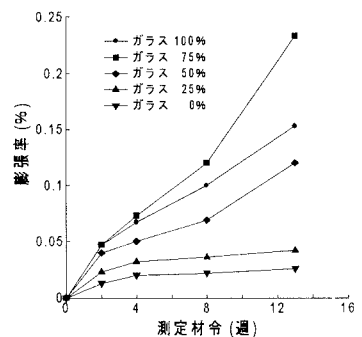


図 5 膨張率の変化

### 4.おわりに

今回の実験結果から、温度履歴によるガラス混入コンクリートの耐久性は粒度調整を行っても、普通コンクリートに比べ若干劣るものと考えられる。また、コンクリート中におけるソーダ石灰ガラスの反応性については今回の実験において砂に対するガラス代替率 75%が最も膨張率が大きい混合割合であることがわかった。

### 参考文献

- 1) 山口梅太郎 他：日本鉱業会誌，86，986， pp347-348，1970.
- 2) JIS A 5308，アルカリ骨材反応試験化学法，モルタルバー法