

|            |     |     |    |
|------------|-----|-----|----|
| (株)旭コンクリート | 正会員 | ○高橋 | 英史 |
| 徳島大学工学部    | 正会員 | 橋本  | 親典 |
| 徳島大学工学部    | 正会員 | 水口  | 裕之 |
| (株)カヤバ工業   | 正会員 | 村田  | 光  |

## 1. はじめに

現在、多量の石炭灰をリサイクル資源として有効利用することが望まれている。特に、フライアッシュ（以後、FA と称す）を多量に用い、水、セメントおよび FA のみで硬化体（以後、アッシュクリートと称す）を製造し、魚礁や防波堤等の海洋構造物へ適用するという利用方法が、近年注目されつつある。しかしながら、アッシュクリートは、水セメント比が 20% 程度でかつ全く高性能 AE 減水剤などの混和剤を一切用いない配合のため、通常のコンクリート製造技術と比較して、練混ぜおよび締固めが非常に困難である。

この問題点を解決する技術として、セメントおよびフライアッシュを最適含水比に近い低水粉体比で練り混ぜ、アクチュエータによる加振装置を用いて 8~9G 前後の加速度を与えることによってアッシュクリートを流体化させ、所定の型枠内にアッシュクリートを締固める振動締固め方法の実用化が検討されている。

本研究では、この技術の実用化の基礎データを得ることを目的とし、流体化現象を発生する加振条件に着目し、3 配合のアッシュクリートを用いてミキサの種類と加振条件が強度に及ぼす影響について検討した。

## 2. 流体化現象

本研究では、パサパサで粘性が無く若干の湿度をもったアッシュクリートが、振動が与えられることにより、対流する現象を流体化現象と定義する。流体化現象を時系列的に説明すると、加振開始後、まず、練り玉表面に水のとけりが確認される。その後、超硬練り石炭灰コンクリート表層が盛り上がり対流し、脱泡と巻込みを繰り返す。

対流、脱泡および巻込みの一連の現象は、締固め途中のアッシュクリートが上下微振動する過程で、型枠壁面との抵抗の影響により、壁面部が引きずり込まれ降下することにより発生する。この流体化現象は、容器壁面の摩擦係数の違いにより対流角度が違ふことと、アッシュクリート表層の盛り上がりは、作用エネルギーの大小に比例する傾向があると考えられる。

## 3. 実験概要

### 3.1 加振装置

本加振試験装置の特徴は、アクチュエータによって加速度の大きさを自由に制御することができ、最大 10G 程度まで発生させることができる。また、振動テーブルには  $\phi 100\text{mm}$  のシリンダーを 3 個設置することができ、一度に 3 本の圧縮強度用供試体のアッシュクリートを締め固めることができる。

### 3.2 実験パラメータ

主たる実験パラメータは、ミキサの種類（パン型攪拌ミキサ・強制二軸ミキサ）、加振の波形（矩形波・サイン波）および加振の振幅（0.8・1.0・1.2mm）と周波数（50・60・70Hz）である。各種パラメータがアッシュクリートに与える影響については、 $\phi 100\text{mm}$  のシリンダー供試体による圧縮強度で評価した。

### 3.3 使用材料および配合

使用材料としては、高炉セメント B 種（密度  $3.04\text{g/cm}^3$ 、比表面積  $3990\text{cm}^2/\text{g}$ ）、北海道苫東厚真火力発電所 2 号機灰フライアッシュ（密度  $2.27\text{g/cm}^3$ 、比表面積  $3060\text{cm}^2/\text{g}$ ）、水は水道水を使用した。実験に使用したアッシュクリートの配合を表-1 に示す。

4. 実験結果と考察

4.1 配合とミキサの種類が強度に及ぼす影響

図-1 と図-2 は、配合とミキサの種類が圧縮強度におよぼす影響を示す。

材齢 7 日, 28 日も同様な傾向であり,

単位セメント量が増加するに伴い圧縮強度が増加する。超低水粉体比のアッシュクリートでは、強度は単位セメント量に比例する。単位セメント量 250kg では、パン型より強制二軸ミキサの方が、強度が高い。目視観察による両者の練混ぜ性能の違いは、強制二軸で製造したアッシュクリートは直径 3cm 程の練りダマで均一化する。一方、パン型では、最大で直径 9cm ほどの練りダマが形成され、非常に不均一な練りダマができる。

4.2 加振条件が強度に及ぼす影響

図-3 は、波形の違いによる比較である。サイン波と矩形波による著しい圧縮強度変化はない。

図-4 は、周波数の違いによる比較である。60Hz が最も高く、70Hz よりもよい。70Hz では活発な流体化現象が起らなかったためである。また、図-5 は振幅の違いによる比較であるが、振幅 1.0mm が最も強度が大きい。振幅 1.2mm では活発な流体化現象が起らなかったためである。周波数と振幅に関しては、流体化に対して最適条件が存在する。

5. 結論

加振装置を用いた流体化によるアッシュクリートの締固めが強度特性に及ぼす影響を実験的に検討した結果、本実験の範囲内で以下のことが明らかになった。

1)単位セメント量が多いほど、強度が増加し、強制練りミキサの練混ぜ性能が良好になる。

2)流体化の加振条件としては、周波数と振幅には最適条件が存在する。一方、振動波形はあまり影響を及ぼさない。

参考文献

1)福留和人, 坂本守, 鈴木達雄, 長滝重義: フライアッシュを多量に用いた硬化体の基本特性: コンクリート工学年次論文報告集, 第 20 巻, 第 2 号, pp.91~96, 1998 年

表-1 アッシュクリートの配合

| 番号 | 水粉体比<br>W/(C+FA) | セメント粉体比<br>C/(C+FA) | 配合(kg/m <sup>3</sup> ) |     |      |
|----|------------------|---------------------|------------------------|-----|------|
|    |                  |                     | W                      | C   | FA   |
| 1  | 22.9             | 10.0                | 345                    | 150 | 1357 |
| 2  | 22.7             | 13.2                | 345                    | 200 | 1320 |
| 3  | 22.6             | 16.3                | 346                    | 250 | 1281 |

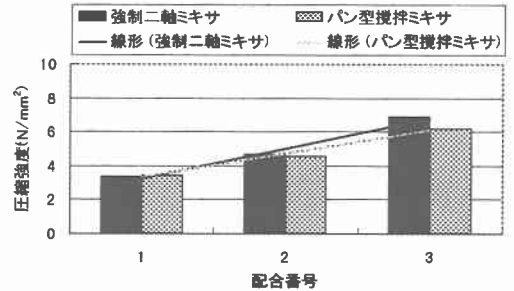


図-1 材齢 7 日の圧縮強度

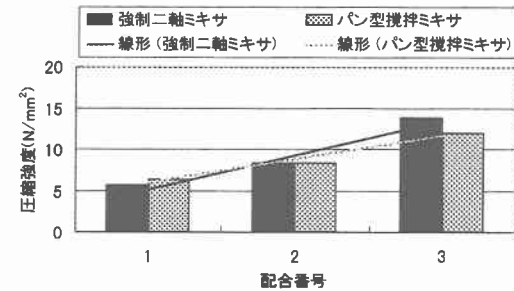


図-2 材齢 28 日の圧縮強度

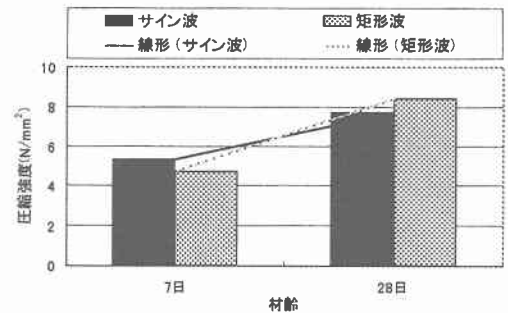


図-3 波形と圧縮強度の関係

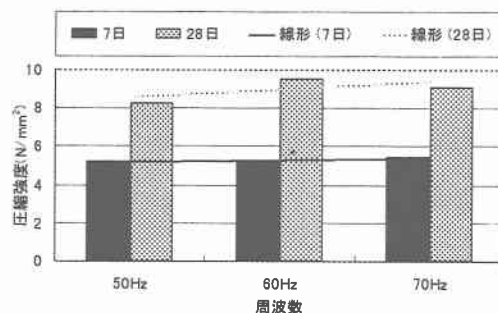


図-4 周波数と圧縮強度の関係

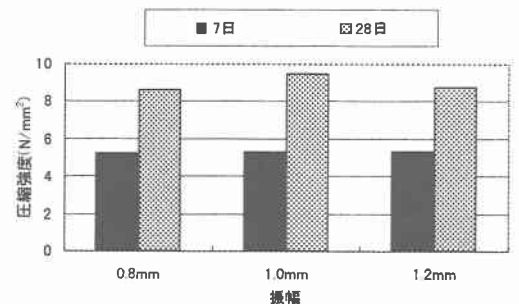


図-5 振幅と圧縮強度の関係