

高温高压水によるフライアッシュ成型体の圧縮強度

阿南工業高等専門学校
阿南工業高等専門学校

機械工学科
建設システム工学科

正会員 ○西岡 守
正会員 天羽和夫

1.はじめに 石炭火力発電所から大量かつ継続的に発生する石炭灰は、建設に関連した分野において主に処理されているが、その利用率は全体の30%前後と少なく、残りは埋立など廃棄処分現状である。したがって、資源の少ないわが国にとって、省資源、省エネルギーの観点から、石炭灰利用に関する技術開発は極めて重要な研究課題の一つである。

水の関与する無機粉末の固化方法としては、セメントの硬化と続成作用による堆積岩の生成を挙げることができる。セメントの硬化反応は、珪酸カルシウムなどの化合物が水和反応を引き起こすことが硬化の重要な因子になる。一方、堆積岩の生成は、堆積物が圧力や温度の作用を受けることにより、堆積物粒子間の間隙水が搾り出され粒子が緻密に充填されるとともに、溶解・析出や他の物質が粒子間に生成することにより粒子が互いに連結され、緻密な堆積岩が形成されると説明されている。続成作用による堆積岩の生成は、堆積物の水に対する溶解度が低いことから地質学的な長時間が必要となるが、もし堆積物の溶解度を高めることができれば、続成作用の実験室内での再現が可能になる。そこで、無機微粒子の溶解度を高めるために高温高压下の水的作用を利用し、水を含む無機粉末を外部から圧搾して水を搾り出しながら緻密化させると同時に粒子を連結させて機械的強度の高い成型体を作成する方法がある。

そこで本研究では、高温高压水による石炭灰の80~90%を占めるフライアッシュ固化の可能性と固化された成型体の建設材料としての有用性について検討した。

2.実験 実験に使用した圧力容器の断面図を図-1に示す。本体は表面を浸炭処理した内径20mmのシリンダ状であり、内壁は1/500程度のテーパ加工をしてあるために固化後の成型体を破壊すること無く取り出すことができる。ピストンには試料から搾り出される水のための空間が設けてある。ピストンと押棒の間にはテフロン製のグランドパッキングを配置しており、上下からの圧縮により圧力容器内部の蒸気圧を保持する機構となっている。成型体作成において、押棒への圧縮は油圧ジャッキを用い、加熱は圧力容器に直接フレキシブルヒーターを巻き付けて行った。

フライアッシュ単独、フライアッシュとセメント（代替率10~30%）あるいはシリカフューム（代替率10~20%）の混合物を13~20wt%の水酸化ナトリウム溶液（4M, 6M）でよく練り合わせ、圧力容器に充填する。所定の圧搾圧力に調節し、圧力を保持したまま22℃/minの昇温速度で所定温度まで加熱した。所定温度に達してから所定時間（成型時間）保持した後、圧力を保ったまま室温まで冷却した。圧力容器から取り出した成型体を60℃で乾燥させてから重量を測定し、見かけの密度を算

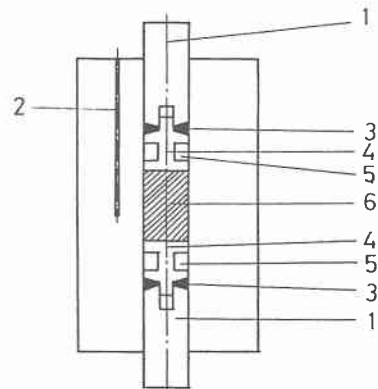


図-1 圧力容器の断面図

1. 押棒、2. 熱伝対用孔 3. グランドパッキング、
4. 成型棒、5. 逃げの空間、6. 試料

出後、成型体の強度を測定した。

なお、セメントは普通ポルトランドセメントを使用し、シリカフュームは比表面積 $12\text{m}^2/\text{g}$ 、 SiO_2 含有量88.2%のものをを用いた。

3. 結果と考察 フライアッシュのみを試料とし、 300°C で成型した場合の成型時間と圧縮強度および見掛け密度の関係を図-2に示す。時間にかかわらず圧縮強度は $20\sim 22\text{MPa}$ となり、成型体の見掛けの密度は 1.85 前後になった。ここで、本実験で得られる成型体と同様の形状で水結合材比 50% のフライアッシュモルタルの 28 日圧縮強度が 26MPa 、見掛け密度が 2.13 となったことから、高温高圧水を利用したフライアッシュのみの成型体はフライアッシュモルタルから 10% 程度圧縮強度は低くなるものの密度は 15% 程小さいことがわかる。

ポルトランドセメント、シリカフュームを混合したものを成型した場合の代替率と圧縮強度および見掛け密度の関係を図-3、図-4にそれぞれ示す。図-3よりセメント代替率とともに密度は大きくなっているが最大でも 2.0 以下である。圧縮強度は代替率 10% の場合では 55MPa 程度の値であるが、 20% では 10% の成型体に比べて 1.6 倍の 80MPa になり、 30% においても 80MPa 程度となった。したがって、セメントの混合は圧縮強度発現に効果的ではあるが、 20% 以上では効果の小さいことが分かる。シリカフュームの影響は、代替率が増加するにしたがって圧縮強度は極端に大きくなり、代替率が 20% で 130MPa 以上にまで達した(図-4)。これは、シリカフュームの添加によって粉末試料の緻密化がより促進したことを示している。

4. まとめ 高温高圧水を利用することにより、フライアッシュの成型体が作成でき、フライアッシュ単独の成型体でも見掛け密度は 2.0 以下となり、 20MPa を越す圧縮強度が得られた。また、セメントやシリカフュームを代替使用すれば強度の改善が図られ、特にシリカフュームは極めて効果的であった。

以上のことから、強度面からだけではあるが、建設材料としての利用は十分可能であると考えられる。なお、成型体の耐久性や建設材料としての製品化については現在検討を行っている。

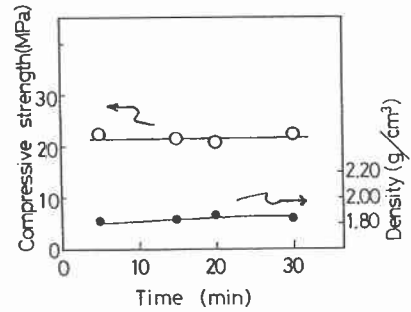


図-2 成型時間と圧縮強度および見掛け密度の関係
成型温度: 300°C 、成型圧力: 20MPa
水の配合率: 20% 、 6M-NaOH

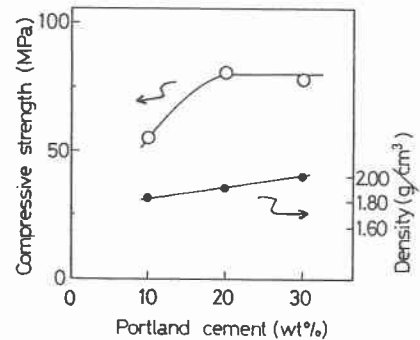


図-3 セメントの代替率と圧縮強度および見掛け密度の関係
成型温度: 300°C 、成型時間: 20min 。
成型圧力: 20MPa 、水の配合比: 15% 、 4M-NaOH

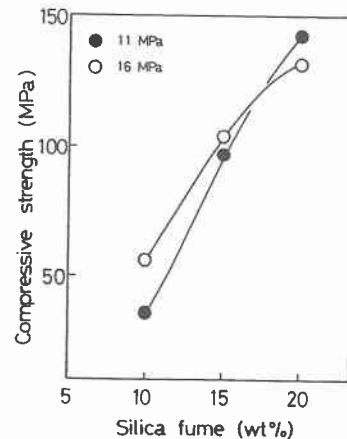


図-4 シリカフュームの代替率と圧縮強度の関係
成型温度: 200°C 、成型時間: 30min 。
水の配合比: 13% 、 4M-NaOH