

二酸化炭素の固定量を向上させたセメント硬化体の開発

フジモリ産業(株) 正会員 ○平田 美亜
 東海大学工学研究科 久志田 健一郎
 東海大学工学部 正会員 笠井 哲郎

1. まえがき

現在、地球温暖化問題への取組みとして、CO₂の排出削減技術の推進や大気中CO₂の固定化に関する検討が行われている。また、今後導入が検討されている排出量取引などによって、CO₂排出量の多いセメント分野では特に技術的・経済的負担の増大が予想される。セメント産業におけるCO₂の発生源はセメント製造プロセスにおける化石燃料の使用と原料中の石灰石の脱炭酸とがその大部分であり、人為的に排出される世界中のCO₂排出量の約5%を占めると言われている。一方、セメント硬化体は主に使用時の炭酸化反応により大気中のCO₂を固定している。黒田ら¹⁾は解体コンクリート中のセメント水和物の炭酸化によるCO₂の固定を考慮してLCCO₂を算出すると、約5.5%程度LCCO₂が小さくなることを指摘している。

本研究では、セメント硬化体による二酸化炭素の固定量を増大させることで、セメントにおけるLCCO₂を低減することを目的とし、セメント硬化体の炭酸化を促進するポーラス化とCO₂を吸着する人工ゼオライトの添加がCO₂固定量に及ぼす影響について検討を行った。

2. 実験概要

2.1 モルタル供試体の製造および強度試験

セメントは普通ポルトランドセメントを使用した。モルタルの配合および作製はJIS R 5201「セメントの物理試験方法」の付属書2「セメントの試験方法—強さ試験」に使用される供試体に準拠して製造した。この配合に人工ゼオライト(A-4型)を0、15.3、30.1、61.2g添加した。また、気泡剤(P社製)を0、0.3、0.5g添加し、モルタルの空気量を4、25、50%とした。供試体の養生は、打込み後24時間で脱型し、7日間水中養生(20±1℃)後、更に7日間気中養生(20±1℃、Rh65%)し強度試験および以下の2.2に示すCO₂吸着量の測定に供した。モルタルの強度試験は上記JISに準拠し、曲げ試験および圧縮試験を実施した。

2.2 CO₂固定量の測定

作製した3個のモルタル供試体の内、2供試体に対し曲げ試験および圧縮試験を行い、1供試体に対しCO₂固定量の測定を行った。図1に実験装置を示す。密閉した水槽内にCO₂を充填しその濃度を3%前後で安定させた後、一定時間間隔ごとにCO₂濃度変化を測定し、水槽内CO₂濃度が大気中CO₂濃度(0.04%)に達した時点で測定を終了する。CO₂固定量は、水槽中のCO₂濃度の減少量から算出した。これを試験1回とし、総試験時間が100時間に達するまで試験回数を重ね、この間に各供試体に固定されたCO₂総量を100時間あたりのCO₂固定量と定義し、以下に用いた。図2に水槽内CO₂濃度の減少率と経時変化の関係を測定した結果の一例を示す。

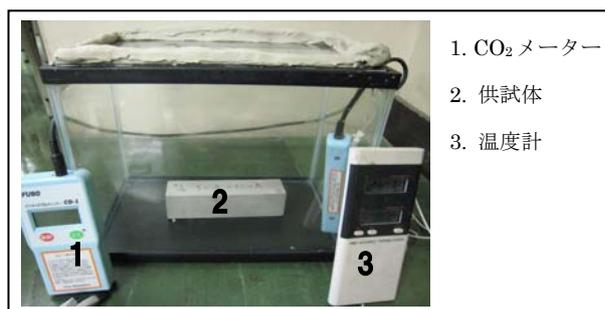


図1 実験装置

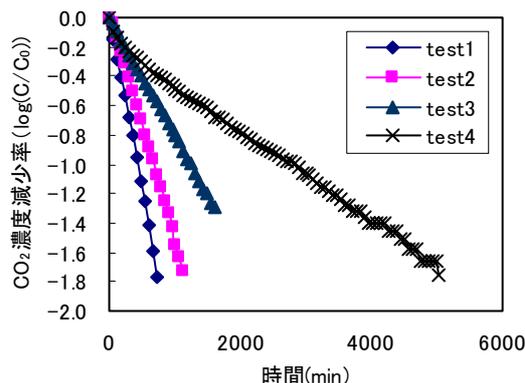


図2 CO₂濃度減少率

キーワード 地球温暖化, CO₂固定, 炭酸化, ポーラスモルタル, ゼオライト

連絡先 〒259-1292 神奈川県平塚市北金目1117 東海大学工学部土木工学科 TEL 0463-58-1211 FAX 0463-50-2045

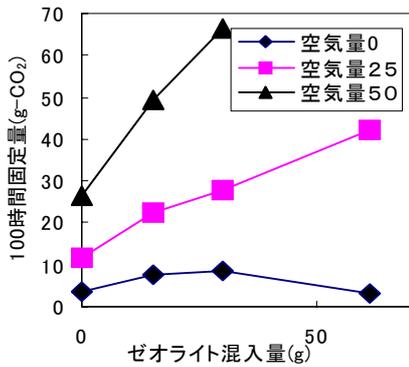


図 3.各供試体の 100 時間 CO₂ 固定量

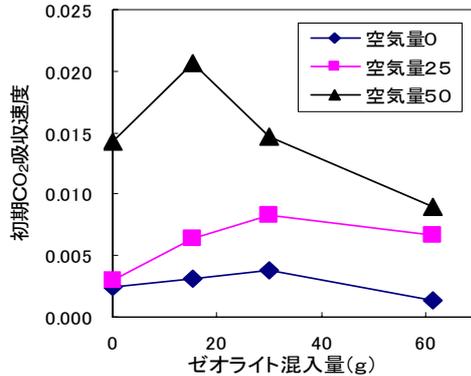


図 4.各供試体の初期 CO₂ 吸収速度

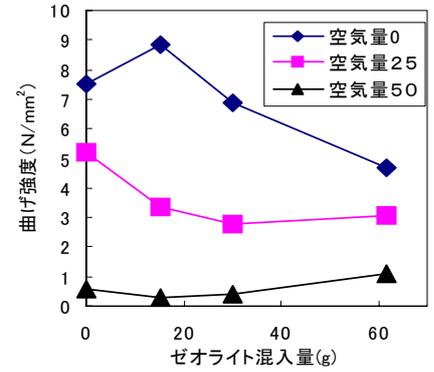


図 5.各供試体の曲げ強度

3. 結果および考察

3.1 CO₂ 固定量および初期 CO₂ 速度への影響

図 3 に各モルタル供試体におけるゼオライト混入量および空気量と、100 時間 CO₂ 固定量の関係を示す。空気量 0 は発泡剤を添加していないものとした。ゼオライト混入量および空気量が大きいほど 100 時間 CO₂ 固定量が増大する傾向が見られた。これは供試体のポーラス化による CO₂ 接触表面積の増大、および CO₂ を吸着するゼオライト添加により CO₂ の固定が促進されたためと考えられる。また、空気量 0 の供試体における結果より、空気量が少ない場合はゼオライト添加による

100 時間 CO₂ 固定量の増加はほとんど見られなかった。図 4 に各モルタル供試体におけるゼオライト混入量および空気量と、初期 CO₂ 吸収速度の関係を示す。図よりゼオライト混入量の増加と供試体の初期 CO₂ 固定速度には明確な相関が見られなかった。一方、どのゼオライト添加量においても、空気量が大きいものほど初期 CO₂ 固定速度が大きくなる傾向となった。従って供試体の CO₂ 固定における初期段階では、ゼオライトによる CO₂ 固定と比較して中性化による CO₂ 固定の方が支配的要因であると推測できる。

3.2 曲げおよび圧縮強度

図 5、図 6 に各モルタル供試体におけるゼオライト混入量および空気量と、曲げおよび圧縮強度の関係を示す。空気量 0、25 の供試体は、曲げおよび圧縮強度ともゼオライトの混入量の増加により低下する傾向を示した。なお、空気量 50 の場合、他の空気量の場合に比べ強度は大幅に低下した。

3.3 CO₂ 回収率

表 1 は、セメント製造時の CO₂ 排出量 : 0.428kg-CO₂/kg (セメント協会 HP 参照) に対する供試体の 100 時間 CO₂ 固定量を CO₂ 回収率として示したものである。表より、本研究の条件内で最大 55% の CO₂ 回収率となった。普通ポルトランドセメントが完全に水和し、生成した Ca(OH)₂ が全て中性化により CO₂ を固定したと仮定すると、CO₂ 回収率は 48% であり、その他ゼオライトによる CO₂ 吸着が考えられる。

4. まとめ

セメント硬化体の大気中の CO₂ 固定量は、ポーラス化とゼオライトの混入により大幅に増加することが判明した。

【参考文献】

- 1) 黒田泰弘, 菊池俊文: 解体コンクリートによる二酸化炭素の固定, コンクリート工学論文集, Vol.20, No. 1, pp. 15-22, 2009. 1.

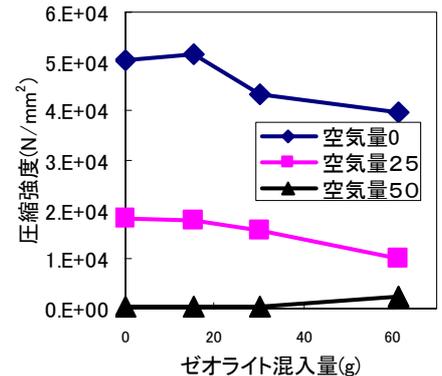


図 6.各供試体の圧縮強度

表 1.CO₂ 固定量および回収率

供試体	100 時間 固定量(g)	回収率 (%)
S-0-0-N	2.17	3.9
S-0-45-N	3.48	6.31
S-0-90-N	4.75	8.74
S-0-180-N	1.68	3.15
S-25-0-N	5.28	11.88
S-25-45-N	10.34	23.52
S-25-90-N	12.19	28.03
S-25-180-N	17.47	41.03
S-50-0-N	7.37	19.9
S-50-45-N	13.92	37.99
S-50-90-N	18.34	50.61
S-50-180-N	19.52	55.02