

二酸化炭素吸収ポーラスコンクリートの圧縮強度と細孔容積

徳島大学大学院 学生会員 加地 貴
 徳島大学工学部 正 会 員 小川洋二
 徳島大学工学部 正 会 員 島 弘
 徳島大学工学部 正 会 員 河野 清

1. まえがき

ポーラスコンクリートに積極的に二酸化炭素(以下 CO_2)を吸収させることは、 CO_2 の有効利用と、ポーラスコンクリート自身の物性の向上につながるが考えられる。その物性の向上は、水和生成物が炭酸化することにより、細孔構造を変化させると同時に、組織を緻密化することに起因すると考えられる。しかし、セメントペーストの炭酸化と組織の緻密化および強度変化との関係は明確ではない。そこで本研究では、 CO_2 を吸収したポーラスコンクリートの圧縮強度を、コンクリートを構成するセメントペースト部分の細孔容積から考察した。

2. 実験概要

本研究では、通常のコンクリートから細骨材を取り除いた、セメント、水および粗骨材からなるポーラスコンクリートを対象とした。使用材料として、セメントは早強ポルトランドセメント、骨材は、単一粒径に近い5～10mmの硬質砂岩碎石(実積率55.0%)を使用した。ポーラスコンクリートの配合は、粗骨材間の空隙に、

表-1 ポーラスコンクリートの配合

W/C (%)	空隙率 (%)	単位量 (kg/m^3)		
		W	C	G
35	20	131	373	1404

所定の空隙率が得られるようにセメントペーストを充填していくという考えに基づいて設計した。コンクリートの配合を表-1に示す。コンクリートは練り混ぜ後、示方配合から算出した所定重量を、 $\phi 10 \times 20 \text{cm}$ 円柱型わくに、突き棒で突き固めて作製し、初期養生を施した後、 CO_2 養生を開始した。初期養生は、あらかじめ細孔構造を変化させておくために、脱型後ただちに CO_2 養生するもの、蒸気養生(前養生期間3時間、温度上昇期間3時間、等温養生期間4時間、最高温度 65°C)を行うもの、7日間水中養生($20 \pm 3^\circ\text{C}$)を行うものを設けた。 CO_2 養生環境は、 CO_2 濃度を20%、温度を 30°C とし、また CO_2 吸収量を変化させるために相対湿度(以下R.H.)を55%と95%に設定した。さらに、比較用に CO_2 を吸収させない水準として、ビニールで密封した供試体を同一環境下において養生した。そして、 CO_2 養生7日、14日、28日において、圧縮強度を測定した。

CO_2 養生を行ったポーラスコンクリートの細孔構造を評価するために、ポーラスコンクリートを構成するセメントペーストと同配合のものを練り混ぜ、 $4 \times 4 \times 16 \text{cm}$ 供試体を作製した。初期養生終了後、モルタルカッターで $0.5 \times 0.5 \times 16 \text{cm}$ の棒状に切断して、ポーラスコンクリートと同一条件下において養生を行った。所定期間 CO_2 養生を行った後、水銀圧入法による細孔容積の測定と、試料を微粉碎して、酸素気流中燃焼-赤外線吸収法による、カーボン含有率の測定を行い、試料重量に対する CO_2 吸収率を算定した。

3. 実験結果と考察

脱型後ただちに CO_2 養生を行ったポーラスコンクリートの、圧縮強度の経時変化を図-1に示す。これより、 CO_2 養生28日間において圧縮強度は、R.H.55%で CO_2 養生をしたもの、R.H.95%で CO_2 養生をしたもの、密封養生したものの順に、大きいことがわかる。また、蒸気養生、水中養生を施したものにおい

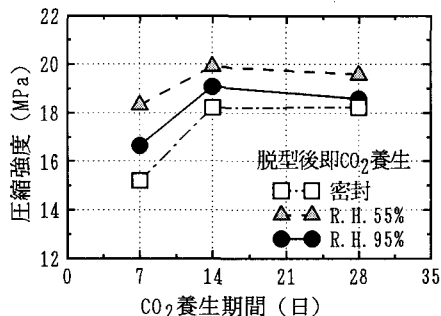


図-1 圧縮強度の経時変化

でも同様な傾向が確認された。

セメントペーストの、試料重量に対する CO_2 吸収率の経時変化を図-2に示す。これより、R.H. 55%のものはR.H. 95%のものに比べ、 CO_2 吸収率ははるかに大きく、この結果は、ポーラスコンクリートの圧縮強度の増大傾向と一致している。

脱型後ただちに CO_2 養生を行ったセメントペーストの、細孔径 $6\text{ nm} \sim 2\text{ }\mu\text{ m}$ の細孔容積の経時変化を図-3に示す。これよりR.H. 55%において CO_2 養生したものは、密封養生したものと比較して細孔容積が小さく緻密な構造になっている。一方R.H. 95%では、密封養生のものとはほぼ等しく変化している。蒸気養生、水中養生を施したものにおいても同様の傾向が確認された。

ポーラスコンクリートの圧縮強度と、セメントペーストの $6\text{ nm} \sim 2\text{ }\mu\text{ m}$ の細孔容積との関係を図-4に示す。これより、 CO_2 の吸収にかかわらず、細孔容積が減少すると圧縮強度が増大していることがわかる。セメントペーストの圧縮強度は $6\text{ nm} \sim 2\text{ }\mu\text{ m}$ の細孔容積と相関が高いと報告されているが¹⁾、本研究のポーラスコンクリートの強度においても、同様な傾向が認められた。これは、ポーラスコンクリートはペースト厚が薄く、その強度は、ペースト組織に大きく影響されるためであると考えられる。

セメントペーストの CO_2 吸収率(炭素換算)と、 $6\text{ nm} \sim 2\text{ }\mu\text{ m}$ の細孔容積との関係を図-5に示す。これより、 CO_2 吸収率の増加とともに、細孔容積が減少していることがわかる。蒸気、水中養生を施したものが、脱型後ただちに CO_2 養生したものとより細孔容積が全体的に小さいのは、初期養生したことによると考えられるが、曲線がほぼ平行であることから、細孔容積の変化量は初期養生にかかわらずほぼ同一であることがわかる。

以上の結果より、ポーラスコンクリートの圧縮強度と、セメントペーストの $6\text{ nm} \sim 2\text{ }\mu\text{ m}$ 細孔容積との間に相関がみられ、セメントペーストの $6\text{ nm} \sim 2\text{ }\mu\text{ m}$ 細孔容積は、その CO_2 吸収率に影響されることから、 CO_2 を吸収したポーラスコンクリートの圧縮強度は、炭酸化による細孔容積の減少によって増加していることがわかる。

4. まとめ

本研究の結果をまとめると、以下の通りである。

- (1) ポーラスコンクリートの圧縮強度と、セメントペーストの $6\text{ nm} \sim 2\text{ }\mu\text{ m}$ 細孔容積との間に相関がみられた。
- (2) セメントペーストの細孔容積は、その CO_2 吸収率の増加とともに減少した。

【謝辞】本研究の実施に際し御協力を頂いた、小野田セメント株式会社中央研究所の方々に深く感謝の意を表します。

【参考文献】1)羽原俊祐；コンクリートの構造とその物性，わかりやすいセメント科学，セメント協会，1993

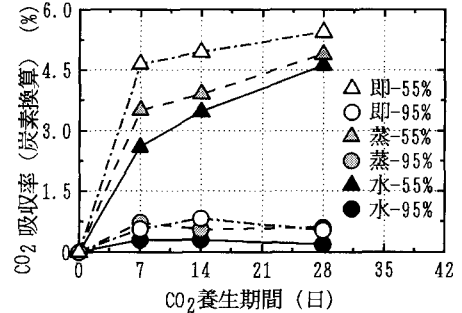


図-2 CO_2 吸収率経時変化

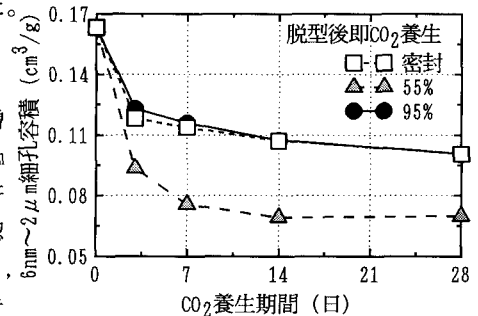


図-3 $6\text{ nm} \sim 2\text{ }\mu\text{ m}$ 細孔容積経時変化

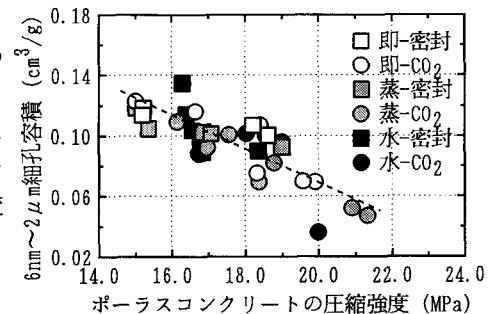


図-4 圧縮強度と $6\text{ nm} \sim 2\text{ }\mu\text{ m}$ 細孔容積との関係

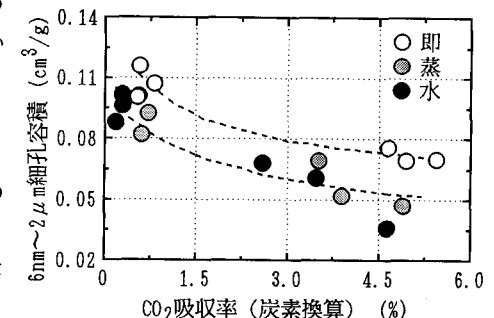


図-5 CO_2 吸収率と $6\text{ nm} \sim 2\text{ }\mu\text{ m}$ 細孔容積との関係