

二酸化炭素を吸収したポーラスコンクリートの強度特性と耐海水性

株式会社銭高組 正会員 ○松尾保明
 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. はじめに

最近、地球の温暖化が環境問題としてクローズアップされている。この原因の一つとして二酸化炭素の過剰排出があげられる。ところで、コンクリートは、もともと二酸化炭素を吸収する性質があり、またコンクリートが炭酸化することで強度が大きくなるという特性がある。¹⁾したがって、これら二つの性質を組み合わせることは、二酸化炭素の有効利用とコンクリート自身の特性の向上につながる。そこで、二酸化炭素を効率的に吸収するにはコンクリートと外気との接触面積を大きくする必要がある。通常のコンクリートから細骨材を取り除いて形成されるポーラスコンクリートは、多孔質で空隙が連続しているため二酸化炭素吸収において有効と考えられる。また透水性・遮音性などに優れ、機能性コンクリートとして今後の展開が期待されている。本研究は、二酸化炭素を吸収したポーラスコンクリートの強度特性および人工海水への浸漬による耐久性の検討を行った。

2. 実験概要

(1) 使用材料

セメントは、二酸化炭素を多く吸収させるために、水酸化カルシウム生成量の多い早強ポルトランドセメントを使用した。骨材は、粒径を5~10mmに限定した粗骨材だけを使用した。混和剤は使用しなかった。

(2) 作製方法

表-1に本実験で用いたポーラスコンクリートの配合を示す。本実験の配合は、骨材間をセメントペーストが充てんしていくという仮定から求めた。²⁾水セメント比は、セメントペーストと骨材が分離を生じないコンシステンシーを考慮して30%, 35%, 40%に決定した。空隙率は20%, 35%について検討した。供試体はすべて $\phi 10 \times 20\text{cm}$ の円柱型枠に所定量を計り取って二層で打ち込んだ。

表-1 コンクリートの配合

空隙率 (%)	W/C (%)	単位重量(kg/m ³)		
		W	C	G
20	30	122	407	1393
20	35	132	377	1393
20	40	126	314	1459
35	35	40	113	1459

(3) 養生方法および試験方法

養生は、炭酸ガス養生と密封養生を行った。炭酸ガス養生は、二酸化炭素濃度20%, 温度30%, 湿度95%以上に設定した。密封養生は、二酸化炭素を吸収させないことだけを炭酸ガス養生との相違点とした。

試験項目は、a)二酸化炭素吸収量測定と圧縮強度試験、b)耐海水性試験を行った。b)は、試験前養生として7日間炭酸ガス養生を行ったものと炭酸ガス養生を行わないものについて、3日間海水浸漬後、屋内乾燥4日間を1サイクルとした乾湿繰返しを行った。評価は、動弾性係数の測定により耐久性を検討した。

3. 実験結果と考察

a) 二酸化炭素吸収量と圧縮強度

図-1に二酸化炭素吸収量(炭素換算)の経時変化を示す。水セメント比35%一定において吸収量は、空隙率35%より20%の方が約2倍多く吸収した。空隙率の小さい方が二酸化炭素吸収源である単位セメント量が多くなるため、二酸化炭素の絶対吸収量は多くなることが分かる。また、各配合で材令7日までに材令28日の吸収量の約7~8割を吸収しており、材令28日以後においても徐々

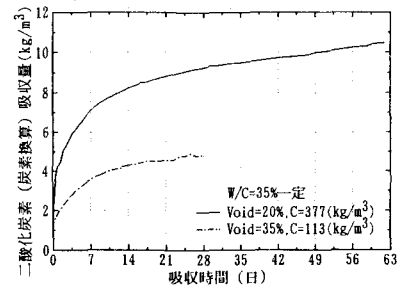


図-1 二酸化炭素吸収量と時間との関係

に吸収している。図-2は、炭酸ガス養生における圧縮強度と材令との関係である。どの配合においても材令14日までは強度増加がみられるが、その後は横ばい、あるいは減少傾向を示した。

次に、炭酸ガス養生と密封養生を比較し、二酸化炭素吸収による影響を検討する。図-3は、密封養生に対する炭酸ガス養生の圧縮強度の比を縦軸に、材令を横軸に示した。空隙率20%のコンクリートにおいては、材令14日までは二酸化炭素吸収による強度増加がみられる。しかし、それ以後は強度の減少がおり、材令28日では密封養生を多少下回った。これは、材令14日まではコンクリートの炭酸化によるコンクリート内部の緻密化による強度増加であると考えられる。その後の強度減少については、表層部の急速な炭酸化により、内部からの水分の蒸発が促進され、水和反応による強度増進が阻害されたことや、C-S-Hの分解等が考えられる。しかし、空隙率35%は、材令全般にわたって二酸化炭素吸収による強度増加はみられなかった。

図-4は、単位セメント量に対する二酸化炭素吸収量（炭素換算）の比で表される吸収割合と圧縮強度比との関係である。圧縮強度比は、吸収割合の約1.5~2.5%に達したときをピークに減少がみられる。すなわち、二酸化炭素吸収による強度増加は、吸収割合によって限界値があると考えられる。図-3において空隙率35%は、圧縮強度比1を越えなかったが、これは、図-4において材令7日ですでに吸収割合が3%をこえていたために、二酸化炭素吸収による強度増加が得られなかったと考えられる。

b)耐海水性試験

コンクリート表面部は、二酸化炭素吸収によってセメントペーストの炭酸化により、カルシウム分の溶出が、海水中において抑制されると考えられる。図-5は、耐海水性試験の結果である。炭酸ガス養生を行わなかったものは、試験開始後1ヵ月頃から動弾性係数の低下がおり、耐久性の低下がみられた。一方、炭酸ガス養生を7日間行ったものは動弾性係数の低下はみられなかった。これらから、二酸化炭素を吸収したポーラスコンクリートは耐海水性は向上することが確認された。

4. まとめ

二酸化炭素を吸収したポーラスコンクリートの強度特性と耐海水性について研究を行った結果を以下に要約する。

- 二酸化炭素吸収割合による圧縮強度比の増加には限界値があり、ある値までは二酸化炭素吸収による強度の増加が期待できる。
- 二酸化炭素を吸収したポーラスコンクリートは、耐海水性が向上する。

今後の課題として、二酸化炭素を吸収したポーラスコンクリートの強度増加メカニズムを化学的に検証すること、耐海水性も含めて、長期的な耐久性を検討することが挙げられる。

【参考文献】 1) 尼崎；第6回 日本コンクリート工学年次講演会 論文集，pp.197~200，1984年

2) 島，原田，河野；セメント・コンクリート論文集，No.46，pp.904~909，1992年

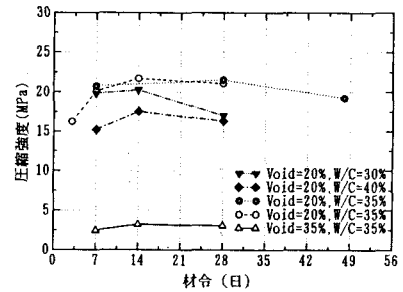


図-2 圧縮強度と材令との関係

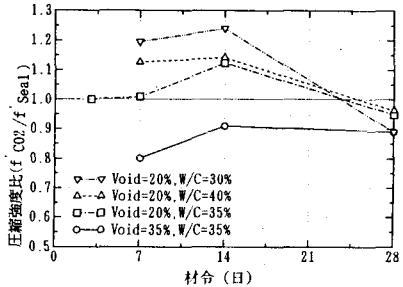


図-3 圧縮強度比と材令との関係

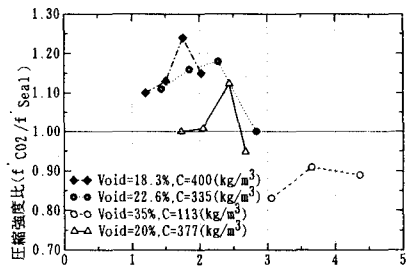


図-4 二酸化炭素(炭素換算)吸収率と圧縮強度比との関係

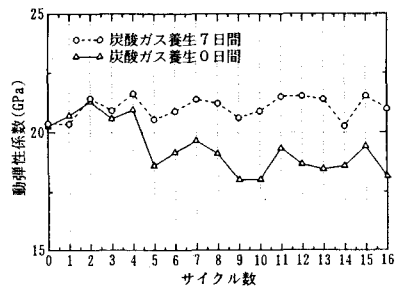


図-5 動弾性係数とサイクル数との関係(耐海水性試験)