

各種多孔質コンクリートの炭酸ガス吸収特性と物性変化

徳島大学工学部 正会員 小川 洋二
 徳島大学工学部 正会員 石丸 啓輔
 徳島大学工学部 正会員 河野 清

1. はじめに

コンクリートが二酸化炭素（以下 CO_2 ）を吸収することによる物性の変化は、現在までいくつかの報告がされているが、いまだ明確にはなっていない。¹⁾ 筆者らは限定された条件下ではあるがコンクリートの性能が向上するという結果を得ている。²⁾ また最近では、鉄筋に代わって腐食をしない新素材の研究開発も進んできており、コンクリートが CO_2 を吸収するという性質をうまく活かせば、 CO_2 の有効利用につながる可能性があると考えられる。しかし、コンクリートに CO_2 を積極的に吸収させるという視点からの研究は少ないのが現状である。そこで本研究では、 CO_2 を吸収しやすい多孔質なコンクリートを作製し、それらの CO_2 吸収特性や物性の変化について検討することを目的とした。

2. 実験概要

コンクリートの炭酸化反応を制御する要因のひとつとして、コンクリートの空隙形態が挙げられる。本研究では、コンクリートの空隙構造と空隙量を実験要因として取り上げた。空隙構造は、気泡剤を用いて独立空隙を混入したもの（以下AE）と、粗骨材にセメントペーストをまぶして粗大な空隙がコンクリート中に連続するようにしたもの（以下NFC）の2種類である。空隙量は気泡剤の混入量により6、10、22および26%の4種類を作製した。

表-1 コンクリートの配合

(1) 使用材料および配合

コンクリートの配合を表-1に示す。セメントは早強ポルトランドセメント、骨材は川砂と硬質砂岩砕石、および一部の配合にのみ（空隙率26%）高炉スラグ骨材を使用した。各コンクリート中の炭素含有量を測定することにより炭酸化の程度が比較できるように、コンクリートの単位容積重量あたりのセメントの重量割合をすべて一定とした。空隙率は練り上がり後重量法によって測定した。

コンクリートの種類	W/C	空隙率 (%)	単位量 (kg/m^3)			
			W	C	S	G
NFC	35	20.0	131	373	0	1403
AE6%	35	6.1	154	438	1348	330
AE10%	35	9.7	148	421	1296	318
AE22%	35	21.6	129	366	1125	275
AE26%	35	26.1	121	345	1081	245

(2) 養生方法

各コンクリートは、 $\phi 10 \times 20 \text{cm}$ の円柱型枠に打設し、翌日脱型後6日間水中養生を行ったのち CO_2 濃度20%、温度 30°C 、湿度55%に設定した CO_2 ガス養生槽に入れ試験を開始した。

(3) 試験方法

各コンクリートの CO_2 吸収特性は、炭酸化により固定化された炭素含有量の経時変化を、酸素気流中燃焼—赤外線吸収方式のカーボン分析装置で測定し、その増分を求めることによって評価した。測定試料は、供試体直径方向に厚さ1cm、表面から内部方向へ幅1cm刻みで採取した。また、試料採取時の圧縮強度および静弾性係数を同時に測定した。

3. 実験結果および考察

(1) CO_2 吸収特性に与える空隙量および空隙構造の影響

図-1に、AE6の供試体深さ方向への炭素含有率の経時変化を示す。このようにカーボン分析を行うことによって供試体表面から内部方向への CO_2 ガスの浸透状況が明らかになる。空隙率が通常の状態に近い6%の場合、表層部（0-1cm深さ）においてのみ炭酸化が

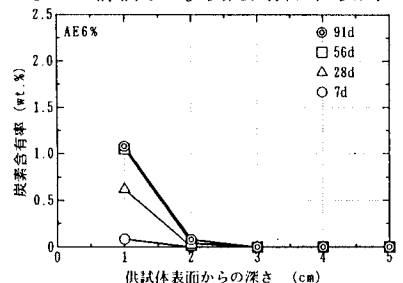


図-1 AE6の炭素含有率経時変化

進行し、炭酸化養生期間が91日となっても内部への CO_2 ガスの拡散が認められなかった。空隙率が10%になると、表層部からやや内部まで CO_2 ガスが浸透していることが認められた。さらに空隙率を22%まで増加させた場合、図-2に示すように CO_2 ガス養生初期の段階から中心部まで炭酸化が進んでいることが認められた。そして表面から中心部への炭素含有率分布がほぼ一定の勾配を保ったまま養生期間とともに炭酸化が進行した。図-3は、空隙構造が連続しているNFCの炭素含有率の経時変化を示す。気泡コンクリートと異なり、 CO_2 養生初期から供試体中心方向へ均一に炭酸化が進行していることが分かる。また炭酸化の進行が、NFCでは28日以降は緩やかになることが特徴である。このように、空隙量が多くなるにしたがい、また、空隙が連続かつ粗大であるほど炭酸化の深さ方向の分布が小さくなる。

図-4に各コンクリートの最も炭酸化が進行する表面部での炭素含有率を示す。この数値は、各配合における炭酸化の受けやすさの程度を示すと考えられる。これによると、概ね混入気泡量が2倍になることによって、表面部分の炭酸化は3倍程度しやすくなることが分かる。また、NFCのように粗大な空隙を多量に付与させることによって、独立気泡を10~20%混入させたものと同程度の炭酸化しやすさを有することになる。さらに炭酸化期間91日でのAE22とまぶしコンの炭素含有率を比較すると、両者の空隙率は同程度にも関わらず約0.7%の差がみられた。このことはセメントペースト部分の浸透性の相違が炭酸化の進行に影響をおよぼすことを示している。

(2) 圧縮強度および静弾性係数

図-5に CO_2 ガス養生期間と圧縮強度の変化を、同材齢での標準養生下での強度変化とあわせて示す。これより気泡コンクリートにおいては、空隙量の多少に関わらず、 CO_2 を吸収することにより標準養生下に比較して圧縮強度が増加することが認められた。また、炭酸ガス養生による強度の増進割合は、空隙率の多いコンクリートの方が大きくなる傾向が見られた。しかし、各配合ごとの CO_2 吸収率すなわち炭酸化率と強度発現との関係は明確には表れなかった。また本実験では、炭酸化によって圧縮強度と静弾性係数の関係に大きな変化は認められず、静弾性係数は炭酸化に関わらず圧縮強度の変化によって影響されるといえる。

4. まとめ

コンクリートの CO_2 吸収特性は、空隙量および空隙構造の形態により影響を受ける。圧縮強度は、空隙量に関わらず CO_2 養生により、標準養生下より増加し、静弾性係数はその変化にともなって増減する。

【謝辞】

卒研生の尾畑真由美氏のご助力に対し感謝の意を表します。

【参考文献】

- (1) 炭酸化研究委員会報告書，社団法人日本コンクリート工学協会，1993
- (2) 小川，島，河野，松尾：コンクリート工学年次論文報告集，Vol.15，No.1，pp.531-536，1993

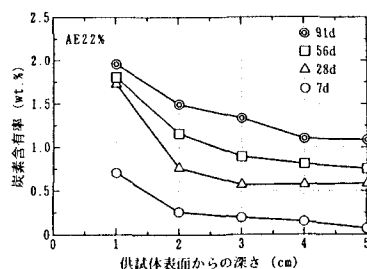


図-2 AE22の炭素含有率経時変化

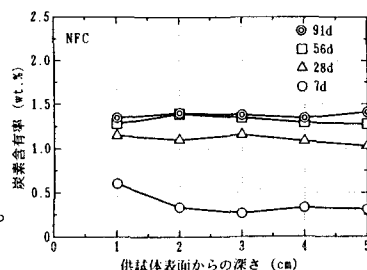


図-3 NFCの炭素含有率経時変化

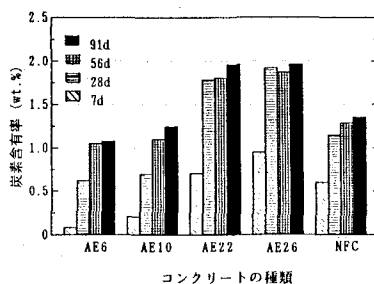


図-4 表面部の炭素含有率

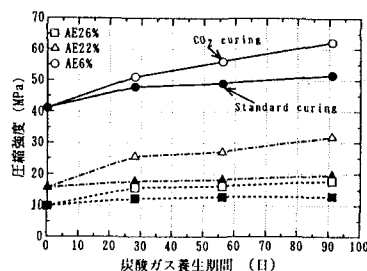


図-5 炭酸ガス養生期間と圧縮強度