

コンクリートの二酸化炭素吸収に及ぼす配合の影響

宮崎大学大学院工学研究科 学生員 張 日紅
 宮崎大学工学部 正会員 中澤 隆雄
 宮崎大学大学院工学研究科 正会員 枝元 宏彰
 宮崎大学工学部 正会員 新西 成男

1. まえがき

コンクリートの中性化進行状況を正確に把握することは、構造物の劣化程度を知る上で重要である。コンクリート中に吸収された二酸化炭素の定量分析法は、一般的に用いられているフェノールフタレイン法より正確な方法であると言われている。本研究では、炭酸ガス濃度を高めた促進中性化試験を行い、水セメント比などの配合条件が異なるコンクリート中に吸収された二酸化炭素量を強熱減量法によって定量分析し、コンクリートの二酸化炭素吸収に及ぼす配合の影響を検討することとした。

2. 試験概要

2. 1 供試体

促進中性化試験用供試体には、普通ポルトランドセメント、碎石（最大粒径15mm）、川砂を使用し、単位水量と細骨材率は一定とし、水セメント比は45、55、65%の3種類とした。表-1にコン

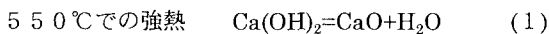
表-1 コンクリートの配合

W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)			
		W	C	S	G
45	45	180	400	780	918
55			328	800	955
65			277	820	978

クリートの配合を示す。供試体はφ10×20cmの円柱供試体である。供試体は、二日間の初期養生を経てから脱型後、二酸化炭素濃度10%、湿度74%、平均温度21℃の促進中性化装置内に置き、促進中性化を行った。供試体の側面を接着剤などでシールし、側面からの二酸化炭素の出入りを遮断した。所定材令28、56、91日および1年において、中性化深さおよび二酸化炭素吸収量を測定した。

2. 2 二酸化炭素吸収量の測定

本研究では強熱減量法を用いて、コンクリート中に吸収された二酸化炭素濃度の測定を行った。まず、コンクリート切断機を用いて、供試体を表面から8mmピッチでカットし、得られた各小片を粉碎機と鉄乳鉢を用いて105μmふるいを全部通るまで粉碎した。粉碎した試料を電気炉内に置き、200℃、550℃、950℃で強熱し、その時の重量変化を測定した。供試体表層部の中性化したコンクリート中に吸収された二酸化炭素量は、以下の式(1)と式(2)に示す550℃強熱減量と950℃強熱減量の差から求めた。なおその場合、中間部の未中性化コンクリートの550℃強熱減量と950℃強熱減量の差を考慮した。



3. 試験結果

3. 1 中性化深さ

フェノールフタレイン法を用いて、表-1に示した各配合のコンクリート供試体の割裂面で測定した中性化深さと水セメント比との関係を図-1に示す。この図から、水セメントが増大するにしたがって中性化深さも大となり、水セメント比の増大に対する中性化深さの増大は1次的な直線関係ではなく、2次的な曲線関係であることがわかる。

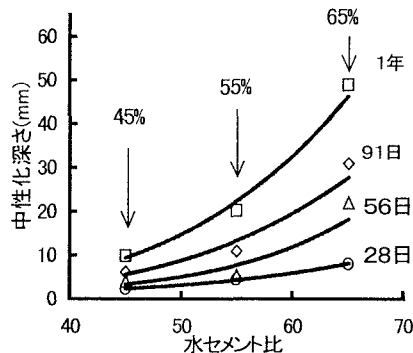


図-1 水セメント比と中性化深さとの関係

3. 2 二酸化炭素の吸収量

水セメント比が55%の場合で、材令56、91日および1年の時点でのコンクリート中に吸収された二酸化炭素量の供試体表面から内部に向かった分布および中性化深さを図一2に示す。二酸化炭素吸収量は、コンクリート重量の百分率で表している。この図から、フェノールフタレイン法での中性化深さは、二酸化炭素吸収量が約2%の位置でえられることがわかった。また、フェノールフタレイン法で得られた中性化深さの位置よりも内部のところで、かなりの二酸化炭素が吸収されている。コンクリート中に二酸化炭素量が存在する境界、いわゆる二酸化炭素のフロントは、フェノールフタレイン法で示された中性化深さの2～4倍となっている。

図一3に材令1年における各配合のコンクリート中に吸収された二酸化炭素量の分布状況を示す。水セメント比45%のコンクリートの単位セメント量は水セメント比55%、65%のコンクリートより大きく、二酸化炭素と中性化反応する $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 等水和物の濃度が高いにも関わらず、二酸化炭素の吸収は遅くなっている。

普通ポルトランドセメントを用いた場合、水和反応で生成する水酸化カルシウムはセメント重量の約32%であるため、コンクリート中の $\text{Ca}(\text{OH})_2$ モル濃度(W_{Ca})は単位セメント量(W_c)と水和率(α)によって次式のように表すことができる。

$$W_{\text{Ca}} = 0.32 \cdot W_c \cdot \alpha / 0.074 \quad (3)$$

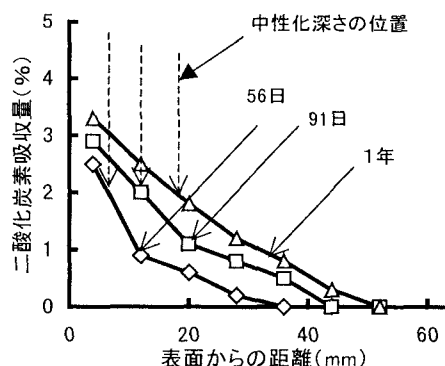
図一4に材令56日の供試体の表面から8mmまでのところに吸収された二酸化炭素のモル濃度の測定結果および式(3)からセメントの水和率が90%として計算したコンクリート中の理論 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ モル濃度(W_{Ca})を示す。水セメント比が45%の場合にはコンクリート中に吸収された二酸化炭素濃度は $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 濃度の約65%に対して、水セメント比が55%、65%の場合にはそれぞれ102%、120%になった。吸収された二酸化炭素の濃度は $\text{Ca}(\text{OH})_2$ の濃度より高くなったことから、コンクリートの中性化には、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ だけではなく、他の水和生成物も関連することがわかった¹⁾。

4. まとめ

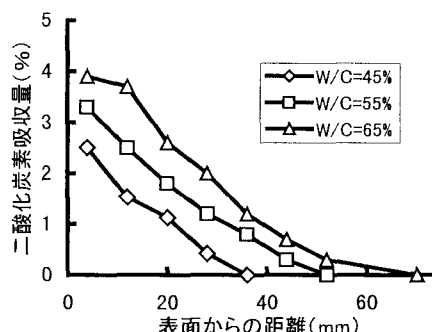
- 1) 水セメント比の増大に対する中性化深さの増大は1次的な直線関係ではなく、2次的な曲線関係である。
- 2) コンクリート中に吸収された二酸化炭素のフロントは、フェノールフタレイン法で得られる中性化深さの2～4倍である。
- 3) 水セメント比が小さい方が、コンクリート中の $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 等の濃度が高くて二酸化炭素の吸収が遅い。

参考文献

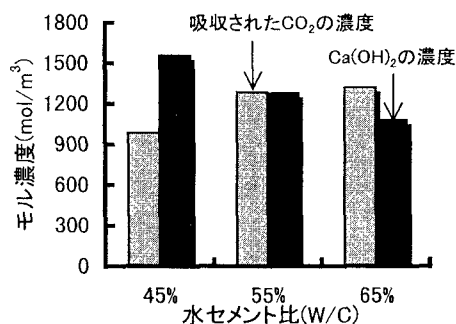
- 1) 小林一輔：コンクリートに対する二酸化炭素の作用，生産研究，42巻9号，1990



図一2 二酸化炭素吸収量分布および中性化深さ(W/C=55%)



図一3 材令1年における二酸化炭素吸収量



図一4 二酸化炭素モル濃度と $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 濃度との比較(56日)