

콘크리트 중의 이산화탄소 확산계수에 대한 상대습도 영향 연구

오병환¹⁾ · 정상화^{2)*} · 이명규²⁾

¹⁾ 서울대학교 토목공학과 ²⁾ 전주대학교 토목환경공학과

(2003년 1월 21일 원고접수, 2003년 10월 30일 심사완료)

Influence of Relative humidity on the CO₂ Diffusion Coefficient in Concrete

Byung-Hwan Oh¹⁾, Sang-Hwa Jung^{1)*}, and Myung-Kue Lee²⁾

¹⁾ Dept. of Civil Engineering, Seoul National University, Seoul, 151-742, Korea

²⁾ Dept. of Civil Engineering, Jeonju University, Jeonju, 560-759, Korea

(Received January 21, 2003, Accepted October 30, 2003)

ABSTRACT

The carbonation of concrete is one of the major factors that cause durability problems in concrete structures. The rate of carbonation depends largely upon the diffusivity of carbon dioxide in concrete. The purpose of this study is to identify the diffusion coefficients of carbon dioxide for various concrete mixtures. To this end, several series of tests have been planned and conducted. The test results indicate that the diffusion of carbon dioxide reached the steady-state within about five hours after exposure. The diffusion coefficient increases with the increase of water-cement ratio and decreases with the increase of relative humidity at the same water-cement ratio. The content of aggregates also influences the diffusivity of carbon dioxide in concrete. It was found that the diffusion coefficient of cement paste is larger than that of concrete or mortar. The experimental study of carbon dioxide diffusivity in this study will allow more realistic assessment of carbonation depth in concrete structures.

Keywords : carbonation, gas diffusivity measuring system, CO₂ diffusion coefficient, relative humidity

1. 서 론

1.1 연구배경 및 필요성

사용기간동안 콘크리트 구조물의 성능저하 현상은 산과 염에 의한 침해, 알칼리-골재반응 및 동결융해 현상 등과 같은 다양한 물리·화학적 요인에 의해 발생하며, 그 중에서도 철근콘크리트 구조물의 경우에는 철근의 부식과 관련된 과정이 가장 빈번하게 발생하는 성능저하 요인이다.

철근콘크리트 구조물에서 철근부식이 발생하는 경우에는 우선 철근의 유효 단면적이 감소하여 구조물의 휨 강도 등이 저하되며 심한 경우에는 철근의 팽창에 의한 콘크리트 탈락이 일어나기도 한다. 이 경우 철근의 부식은 염소이온이 침투하거나, 외부로부터 침입한 이산화탄소와 반응하여 콘크리트의 pH가 저하되는 경우에 일어나는 부동태피막의 파괴에 의해 발생하며, 두 가지 요인이 동시에

진행되는 경우에는 부동태피막의 파괴에 의한 철근부식 반응이 촉진되기도 한다.

한편, 외국의 경우 1970년대부터 콘크리트 구조물의 내구성에 관심을 가져왔으며 1980년대 이후부터는 콘크리트 구조물의 내구성능을 정량적으로 산출하여 합리적인 설계 수명을 확보하기 위한 연구가 활발히 이루어지고 있는 실정이다. 그러나, 국내의 경우에는 1990년대부터 콘크리트 구조물의 내구성에 대한 중요성을 인식한 연구그룹을 중심으로 콘크리트 구조물의 성능저하 현상에 대한 연구를 수행하여 염소이온의 확산을 통한 철근부식과정에 대한 실험 및 수치해석 모델에 대한 연구는 많은 성과를 나타내고 있으나 그 밖의 요인에 의한 콘크리트 성능저하과정과 관련된 연구성과는 아직까지는 미흡한 것으로 사료된다.

이에 따라 본 연구에서는 철근콘크리트 구조물의 철근 부식과정 중에서 탄산화에 따른 영향 요인을 평가하기 위해 기체확산계수 측정장치를 개발하여 이산화탄소 확산계수 실험을 수행한 후 이를 기존의 연구결과와 비교·분석하였다.

* Corresponding author

Tel : 019-9170-2593 Fax : 063-220-2669

E-mail : jsh2593@dreamwiz.com

1.2 연구목적

탄산화는 외부로부터 탄산화 부분과 비탄산화 부분의 경계면까지 발생하는 CO₂의 확산에 의해 지배되는 현상이므로 탄산화 깊이는 콘크리트 피복에서의 기체 침투성(air permeability)과 밀접한 관련이 있다. 이 경우 콘크리트의 기체침투저항성은 곧 이산화탄소(CO₂) 확산계수(D_c)로 표현되는데 이 확산계수는 시멘트의 종류, 콘크리트의 배합특성이나 양생조건 뿐만 아니라 기후의 변화(상대습도의 변화 등), 재령에 따른 미세공극 구조의 변화 등에도 큰 영향을 받는다.¹⁾ 그러므로 탄산화에 따른 철근의 부식 정도를 예측하기 위해서 알칼리 물질의 양 및 대기중의 이산화탄소 농도 이외에 콘크리트 중으로의 이산화탄소 확산계수를 고려한 여러 가지 탄산화깊이 예측 모델이 개발되었으며, 이들로부터 이산화탄소 확산계수를 적절히 고려하는 것이 매우 중요하다는 것을 알 수 있다. 그러나, 현재까지 이산화탄소 확산계수를 구하기 위한 표준화된 방법은 제시되지 않고 있으며 외국의 경우에도 이산화탄소 확산계수에 대한 실험결과는 제한되어 있는 실정이다.²⁻⁴⁾ 또한, 국내의 경우 이에 대한 실험적인 연구는 최근 까지도 전무하였다.

그러므로 본 연구에서는 다양한 상대습도 상태에서 시멘트 페이스트, 몰탈 및 콘크리트를 통한 이산화탄소 확산계수 측정실험을 실시하여 콘크리트의 탄산화 과정에 대해 이산화탄소 확산성의 영향을 실험적으로 밝히고자 하였다.

2. 실험개요

2.1 기체확산계수 측정과정

본 연구에서는 콘크리트 중으로의 이산화탄소 확산계수를 측정하기 위해 자체적으로 제작한 기체확산계수 측정장치를 사용하였다. Fig. 1은 본 연구에서 사용한 기체확산계수 측정장치의 계통도이며 Fig. 2는 기체확산 셀 개요도이다.

본 연구에서 사용한 기체확산계수 측정장치는 시편을 통한 기체의 확산과정이 정상상태에 도달한 경우 질소가스 중의 이산화탄소 농도를 측정하여 확산계수를 구하도록 고안되었다. 또한, 상대습도는 기체의 확산과정에 영향을 미치는 가장 중요한 인자중의 하나이므로 유입가스의 상대습도를 조절하여 상대습도에 따른 기체확산계수를 측정할 수 있도록 하였으며, Fig. 1에 나타나 있는 장치 중에서 실리카겔 및 수분 포화장치로 분기되는 가스의 양을 적절히 조절하면 필요한 상대습도를 유지시킬 수 있다. 이밖에 본 연구에서 사용한 기체확산계수 측정장치와 연

관된 자세한 사항은 참고문헌에 언급되어 있다.⁵⁾

한편, 이산화탄소의 확산이 정상상태에 도달한 경우 콘크리트를 통한 이산화탄소의 확산계수는 식(1)과 같이 구할 수 있다.⁴⁾ 이 경우 양 측면에서의 농도차이에 의한 기체확산을 보증하기 위해서는 실험과정에서 양 측면의 기체 압력 및 유량을 동일하게 하는 것이 중요하며, 본 연구의 경우 양 측면의 압력은 0.02 N/mm²로 유지하고 유량은 200 cc/min 및 80 cc/min의 상태에서 동일하게 유지하여 수행하였다.

$$D_{CO_2} = \frac{Qf_{CO_2}L}{(1-f_{CO_2})A} \quad (1)$$

여기서, D_{CO_2} : CO₂의 확산계수 (mm²/s)

Q : 공시체를 통한 N₂의 유량 (mm³/s)

f_{CO_2} : 질소가스 중의 CO₂의 몰비

L : 공시체 두께 (mm)

A : 공시체 단면적(mm²)

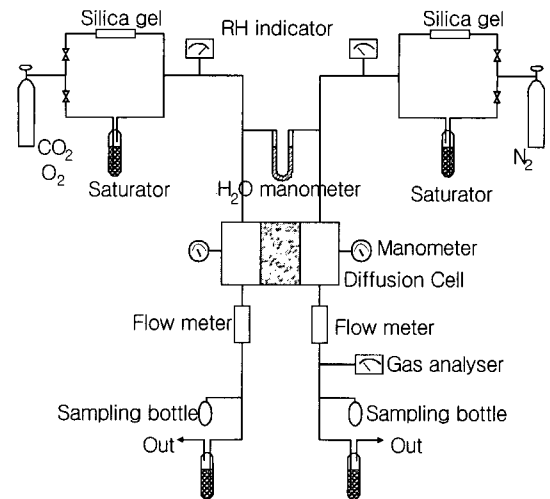


Fig. 1 Concept of measuring system of gas diffusion coefficient

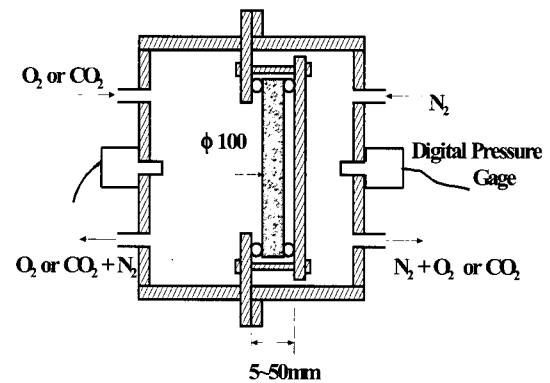


Fig. 2 Gas diffusion cell

2.2 사용재료 및 배합

Table 1에는 본 연구에 사용한 KS L 5201에 따른 보통 포틀랜드 시멘트의 물리적 성질이 나타나 있으며, Table 2에는 본 연구에서 사용한 골재의 물리적 성질이 제시되어있다.

본 연구에서 사용한 굵은 골재 최대치수는 25mm이며, Table 3에는 콘크리트의 배합이 나타나 있다. 이밖에 본 연구에서는 물-시멘트비가 50%, 시멘트 : 잔골재 비율이 1 : 2인 모르타르 및 물-시멘트비가 50%인 시멘트 페이스트에 대해서도 이산화탄소 확산계수 실험을 수행하였다.

2.3 실험변수 및 표준시편

실험에 사용된 시멘트는 1종 보통포틀랜드 시멘트이며 주요 실험변수는 물-시멘트비(42%, 50%, 58%) 및 상대습도(10%, 45%, 75%, 90%)이다. 또한, 골재의 크기에 따른 영향을 살펴보기 위해 물-시멘트비 50%인 모르타르 및 시멘트 페이스트로 시편을 제작하여 실험을 수행하였으며, 콘크리트의 경우 완전히 탄산화된 시편에 대한 이산화탄소 확산계수 측정실험을 병행하였다. 이 경우 콘크리트의 탄산화 과정은 탄산화 부분과 비탄산화 부분사이에

Table 1 Physical properties of ordinary portland cement

Cement type	Specific gravity	Fineness (cm ² /g)	Soundness	Setting time (hr:min)	
				Initial	Final
Ordinary portland cement	3.15	3,450	good	4:10	5:50

Table 2 Physical characteristics of used aggregate

Aggregate type	Specific gravity	Absorption (%)	Fineness modulus (F. M)
Fine	2.56	2.18	2.85
Coarse	2.60	0.94	6.51

Table 3 Detailed mix design

w/c (%)	Cement, (kg/m ³)	Water, (kg/m ³)	Fine aggregate (kg/m ³)	Coarse aggregate (kg/m ³)
42	425	179	714	895
50	315	158	748	1076
58	277	161	726	1117

Table 4 Salts for maintaining constant relative humidity (25 °C)

Kinds of salts	Silica gel	Potassium carbonate K ₂ CO ₃	Sodium chloride NaCl	Potassium sulfate K ₂ SO ₄
RH (%)	10±0.5	43.2±0.4	75.3±0.1	97.3±0.5

경계를 이루어 서서히 진행되므로 완전히 탄산화된 콘크리트 시편을 통한 이산화탄소 확산계수를 측정하는 것은 표면에 탄산화가 진행된 콘크리트 구조물의 계속적인 탄산화 과정을 분석하기 위해서는 매우 중요한 사항이라고 판단된다.

본 연구에 사용된 표준시편은 28일간 수중양생한 표준형 공시체(Φ100×200)를 만든 후 양 측면으로부터 5cm 이상 떨어진 부분을 절단하여 지름 100mm, 두께 10mm의 원형시편으로 제작하였으며, 일 방향으로 확산을 유도하기 위해 둘레를 에폭시로 코팅하였다. 또한, 상대습도에 따른 확산계수 영향실험을 수행하기 위하여 ASTM E104-85에 제시된 방법에 따라 향량이 될 때까지 실험시편을 일정한 상대습도를 유지시켜 주는 염류를 담은 진공데시케이터 내에 놓아두었다.⁶⁾

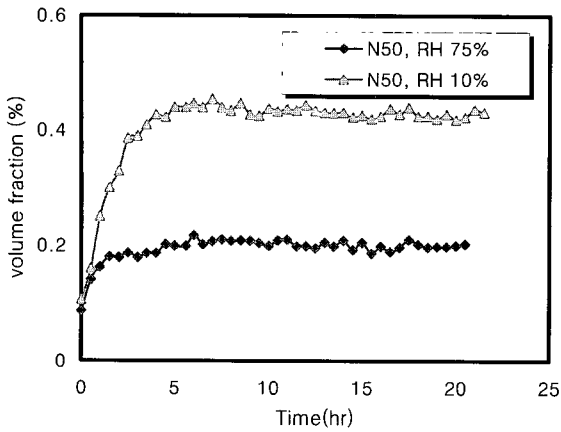
Table 4에는 ASTM 규정에 따라 상대습도를 유지하기 위해 선택한 염의 종류가 제시되어 있다. 단, 실리카겔의 경우는 직접 실험에 의한 결과이다.

3. 실험결과 및 고찰

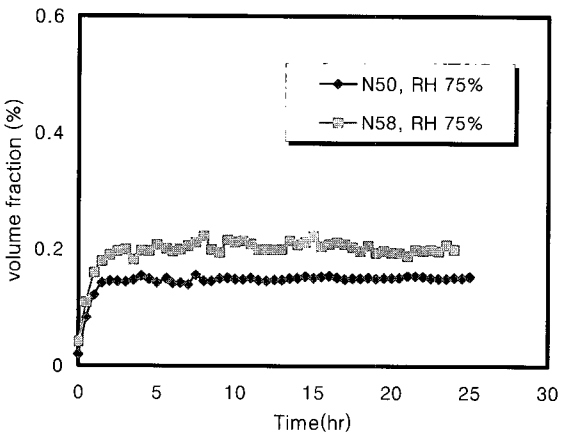
3.1 정상상태 도달시간

Fig. 3 ~ 5를 통해 다양한 조건 하에서 이산화탄소의 확산이 정상상태에 도달하는 과정을 알 수 있다. Fig. 3(a)에는 물-시멘트비 50%인 탄산화 되지 않은 콘크리트 시편에 대해 서로 다른 상대습도에서 이산화탄소의 정상상태 도달과정이 나타나 있으며, Fig. 3(b)에는 상대습도가 75%로 동일한 경우 물-시멘트비가 다른 탄산화 시편에 대한 정상상태 도달과정이 나타나 있다. 이들을 통해 주어진 모든 조건하의 콘크리트 시편을 통한 이산화탄소의 확산이 3~5시간 이내에 이루어지고 있음을 알 수 있으며, 특히 비탄산화 시편의 경우에도 이산화탄소의 확산이 정상상태에 도달하는 시간이 탄산화된 시편의 경우와 큰 차이를 보이지 않는 것은 주목할만하다. 즉, 콘크리트를 통한 이산화탄소의 확산은 외부 이산화탄소 농도가 일정한 경우 내부의 탄산화가 완전히 진행되지 않은 경우에도 정상상태에 도달함을 알 수 있다.

Fig. 4, 5에는 탄산화 되지 않은 모르타르 및 시멘트 페이스트를 통한 확산과정이 각각 나타나있다. 이 경우 모르타르 및 시멘트 페이스트를 통한 이산화탄소 확산이 정상상태에 도달하는 시간은 대략 3~5시간 이내로서 콘크리트의 경우와 큰 차이를 보이지 않았다. Fig. 3 ~ 5에서 기호 N, M, P는 각각 콘크리트, 모르타르, 시멘트 페이스트 시편을 의미하며 기호 뒤의 숫자는 시편의 물-시멘트비를 의미한다. 또한, 기호 RH는 실험시 시편 내·외부 및 가스의 상대습도를 나타내기 위해 사용하였다.



(a) Non carbonated specimen



(b) Carbonated specimen

Fig. 3 Time to steady state condition of concrete

3.2 물-시멘트비에 따른 콘크리트 중의 확산계수

Fig. 6에는 물-시멘트비에 따른 이산화탄소 확산계수의 변화가 나타나 있으며, 여기서 기호 C는 시편이 탄산화된 경우를 나타내기 위해 사용되었다. Fig. 6으로부터 이산화탄소 확산계수는 물-시멘트비가 커짐에 따라 증가하는 것을 알 수 있지만, 상대습도가 높은 경우에는 물-시멘트비에 따른 확산계수 증가가 크지 않은 결과를 보였다. 이것은 상대습도가 높은 경우에는 공극의 많은 부분이 물로 포화되기 때문에 상대적으로 물-시멘트비에 따른 콘크리트의 공극구조⁷⁾ 차이에 따른 영향이 작게 나타나기 때문인 것으로 판단된다.

3.3 상대습도에 따른 콘크리트 중의 확산계수

Fig. 7을 통해 탄산화된 콘크리트 시편에 대한 상대습도에 따른 이산화탄소 확산계수의 변화를 알 수 있다. 이에 따르면 상대습도가 증가함에 따라 이산화탄소 확산계

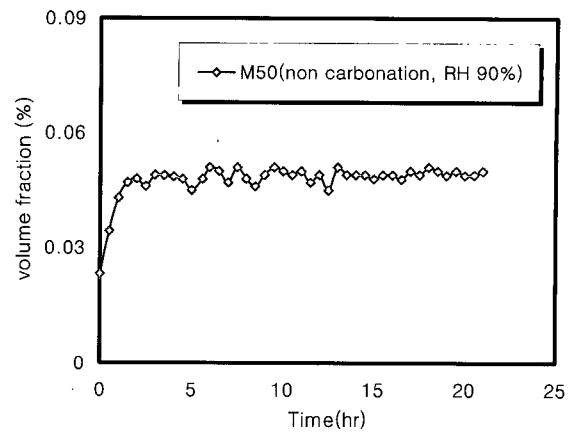


Fig. 4 Time to steady state condition of mortar

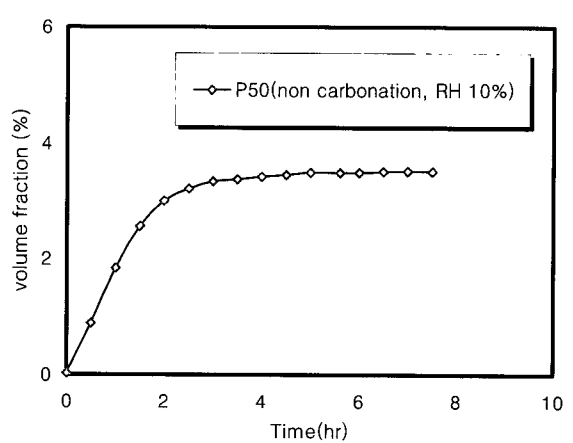
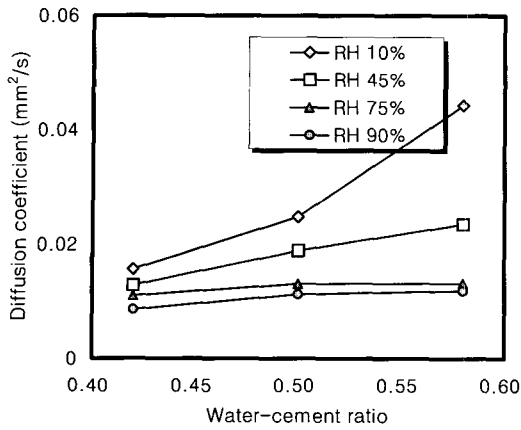


Fig. 5 Time to steady state condition of cement paste

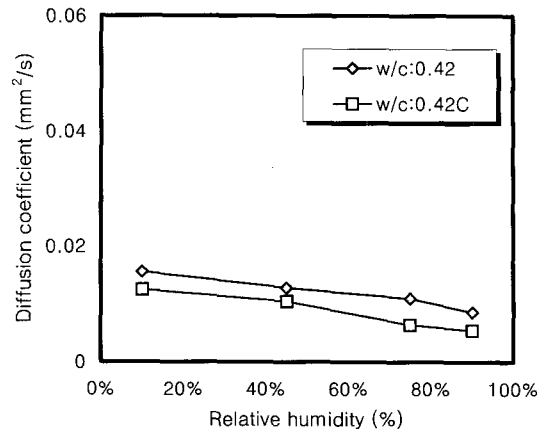
수는 감소하지만 상대습도에 따른 이산화탄소 확산계수 변화정도는 물-시멘트비가 낮은 콘크리트의 경우일수록 작게 나타났다.

이것은 물-시멘트비가 낮을수록 콘크리트의 조직이 치밀하기 때문에 상대적으로 기체의 확산이 가능한 연결된 공극(open porosity) 들이 많지 않고 이에 따라 상대습도의 영향을 적게 받는 것으로 판단된다.

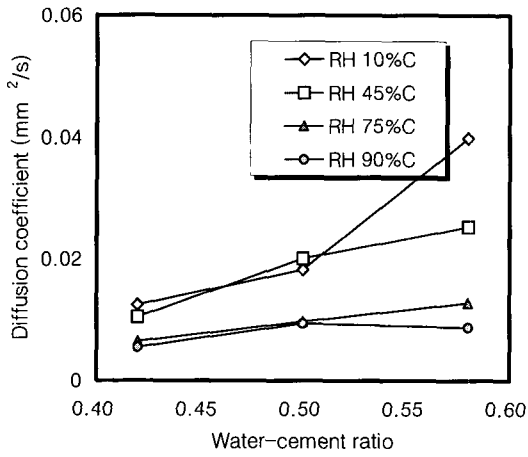
또한, Fig. 8을 보면 탄산화 시편의 경우와 비탄산화 시편의 경우 상대습도에 따른 이산화탄소 확산계수 영향은 동일한 경향을 나타내고 있음을 알 수 있으며, 탄산화된 시편의 경우가 비탄산화 시편의 경우보다 동일한 상대습도에서 이산화탄소 확산계수가 다소 낮은 것을 알 수 있다. 그러나, Fig. 8(c)를 보면 물-시멘트비가 58%인 경우 탄산화 시편과 비탄산화 시편의 이산화탄소 확산계수가 거의 동일하며, 이것은 물-시멘트비가 높은 콘크리트의 경우 기본적으로 조직구조가 치밀하지 못하기 때문에 탄산화에 따른 공극구조의 변화가 이산화탄소 확산과정에 반영되지 못하기 때문인 것으로 판단된다.



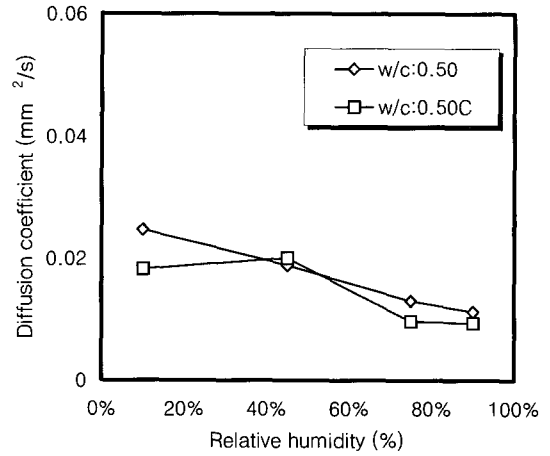
(a) Non carbonated specimen



(a) Water/cement ratio 42 %



(b) Carbonated specimen



(b) Water/cement ratio 50 %

Fig. 6 Variation of diffusion coefficient according to w/c ratio

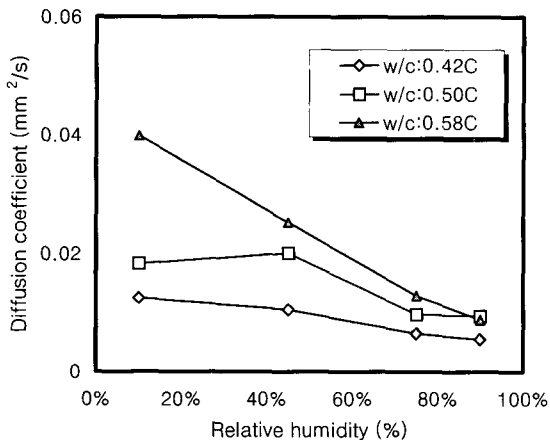
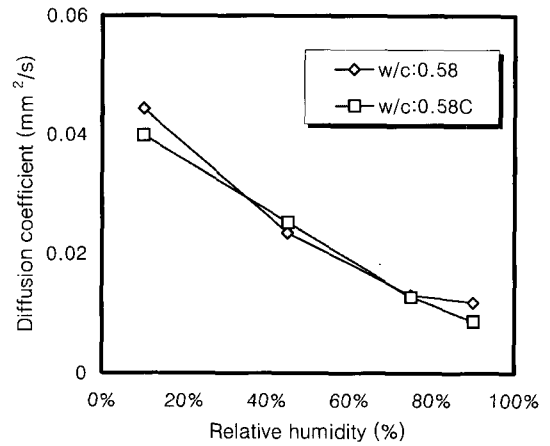


Fig. 7 Variation of diffusion coefficient according to RH(Carbonated specimen)



(c) Water/cement ratio 58 %

Fig. 8 Comparison of CO₂ diffusion coefficient for carbonation condition

3.4 모르타르 및 시멘트 페이스트에 대한 확산계수

Fig. 9 및 10으로부터 시멘트 페이스트를 통한 이산화탄소 확산계수는 콘크리트 및 모르타르를 통한 이산화탄소 확산계수보다 매우 큰 것을 알 수 있다. 이것은 동일한 물-시멘트비의 경우 시멘트 페이스트가 콘크리트나 모르타르에 비해 단위부피 당 공극률(porosity)이 월등히 크기 때문에 기체의 확산이 이루어지는 절대적인 공극량이 큰 결과로서 합리적이라고 판단된다.

본 연구에서는 이산화탄소 확산계수 실험 전후 시편에 대해 Day 등이 제안한 콘크리트 중량측정에 의한 공극률 측정방법⁸⁾을 이용하여 공극률 측정실험을 실시하였으며, 이로부터 물-시멘트비 50%인 경우 콘크리트, 모르타르 및 시멘트 페이스트의 공극률이 각각 12~14%, 17~21%, 35~38%인 결과를 얻었다. 이것은 동일한 물-시멘트 비의 콘크리트 시편의 공극률이 12~16%인 Chen 등⁹⁾의 측정결과 및 물-시멘트비 50%인 시멘트 페이스트의 공극률이 36.7%로 측정된 Houst 등³⁾의 결과와 일치하고 있으며 이들 실험결과는 앞서 언급한 사항을 뒷받침하고 있다.

한편, Fig. 9로부터 모르타르를 통한 이산화탄소 확산계수는 상대습도 10%인 경우를 제외하고 콘크리트와 비교하여 약 20% 정도로 작게 나타나고 있음을 알 수 있다. 이것은 상대습도 60%인 경우 산소의 확산계수에 대한 Kobayashi의 연구결과와 매우 유사한 결과를 보이고 있다.¹⁰⁾ 그러나, 공극률의 관점에서 보면 앞서 언급한 것처럼 모르타르의 공극률은 콘크리트의 공극률보다 다소 크기 때문에 이러한 결과는 시멘트 페이스트의 경우와 배치되는 것이므로 이에 대한 고찰이 필요하다.

Fig. 10의 경우 상대습도 10%인 경우 콘크리트, 모르타르 및 시멘트 페이스트의 이산화탄소 확산계수 값이 비교되어 있으며, 이 경우 모르타르의 이산화탄소 확산계수 값이 미세하게 콘크리트의 경우보다 큰 것을 알 수 있다. 실제로 상대습도가 0%인 경우 공극률을 포함한 콘크리트의 조직구조에 따른 영향이 기체의 확산계수에 절대적으로 영향을 주는 것으로 가정할 수 있으므로 Fig. 10에 나타난 결과는 단위 부피당 공극률의 차이에 따른 경향이 반영된 것으로 판단된다.

그러나, Fig. 9로부터 상대습도가 45% 이상인 경우 모르타르의 이산화탄소 확산계수는 콘크리트의 경우와 비교하여 매우 작게 나타나고 있으며, 이것은 모르타르의 경우가 콘크리트와 비교하여 상대습도에 따른 이산화탄소 확산계수 변화에 대한 영향이 매우 크다는 것을 암시하고 있다. 즉, 상대습도가 매우 낮은 경우에는 재료에 따른 공극률의 차이에 의해 이산화탄소 확산계수 값이 큰 영향을 받지만 모르타르와 콘크리트의 경우 상대습도가 커짐에 따라 다른 요인에 의한 영향을 크게 받게 되는 것으로 판

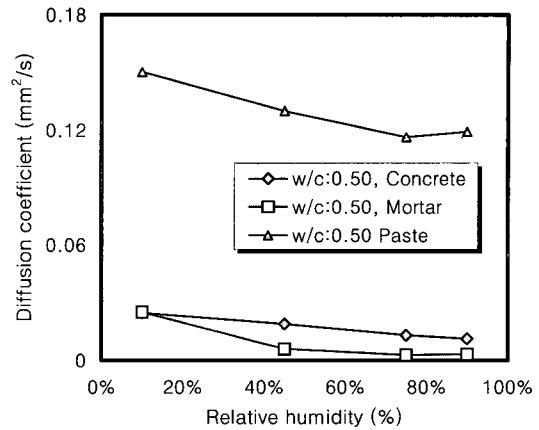


Fig. 9 Variation of diffusion coefficient according to RH with various cementitious materials

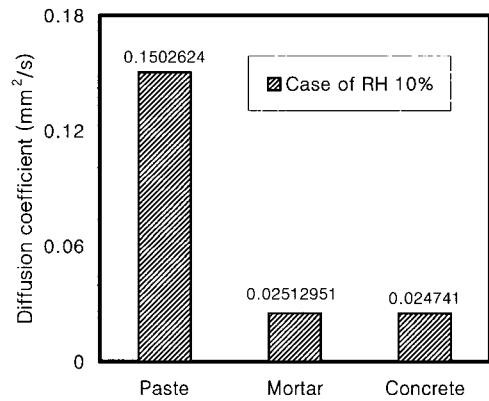


Fig. 10 Diffusion coefficient of CO₂ in concrete, mortar and cement paste in case of 10% RH

단된다. 이를 가능하게 하는 한가지 관점으로는 골재와 시멘트 페이스트 사이의 경계층(ITZ, interfacial transition zone) 이론을 들 수 있다. 실제로 콘크리트의 경우 굵은 골재의 사용에 따라 모르타르의 경우와는 다소 다른 미세 조직을 형성하고 있다고 가정할 수 있으며, 이에 따라 상대습도에 따른 흡착등온선이 다르기 때문에 콘크리트의 경우 상대습도 증가에 따른 확산계수 감소량이 모르타르에 비해 작게 나타난 것으로 판단된다.

4. 결 론

본 연구에서는 기체확산계수 측정장치의 개발을 통해 시멘트에 기초한 재료에 대한 이산화탄소 확산계수 측정 실험을 수행하였으며, 특히 상대습도에 따른 이산화탄소 확산계수 영향을 분석하였다. 본 연구로부터 도출된 연구 결과를 요약하여 기술하면 다음과 같다.

- 1) 상대습도가 증가함에 따라 콘크리트 시편을 통한 이산화탄소 확산계수는 감소하지만 감소량은 물-시멘트비가 낮은 콘크리트의 경우 작게 나타났다. 이것은 물-시멘트 비가 낮을수록 연결되어 있는 공극(open porosity)의 비율이 작기 때문인 것으로 판단된다.
- 2) 탄산화 시편의 경우 비탄산화 시편의 경우에 비해 동일한 상대습도에서 이산화탄소 확산계수가 다소 작게 나타났으나, 이러한 차이는 물-시멘트비가 클수록 줄어드는 것으로 나타났다.
- 3) 시멘트 페이스트를 통한 이산화탄소 확산계수는 콘크리트 및 모르타르를 통한 이산화탄소 확산계수보다 매우 크게 나타났다. 이것은 시멘트 페이스트의 경우 단위 부피 당 공극률이 월등히 크기 때문으로 사료된다.
- 4) 상대습도 10%인 경우를 제외하고 모르타르를 통한 이산화탄소 확산계수는 콘크리트의 경우에 비해 약 20% 정도로 작게 나타났다. 이것은 골재와 시멘트 페이스트 사이의 경계층(ITZ) 영향이 큰 것으로 판단되며, 정확한 분석을 위해서는 조구조와 관련한 추가적인 연구가 필요한 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 한국과학재단의 지원에 의해 이루어졌음을 밝히며 지원에 감사드립니다.

(과제명:R05-2001-000-10341-0)

참고문헌

1. R. F. M. Bakker, "Corrosion of steel in concrete," Report of the Technical Committee 60-CSC, RILEM, London, 1988, pp.22~46.

2. Y. F. Houst and F. H. Wittmann, "The diffusion of carbon dioxide and oxygen in aerated concrete," in *Int. Coll. on Materials Science and Restoration*, Technische Akademie, Esslingen, 1986, pp.629~634.
3. Y. F. Houst and F. H. Wittmann, "Influence of porosity and water content on the diffusivity of CO₂ and O₂ through hydrated cement paste," *Cement and Concrete Research*, Vol.24, No.6, 1994, pp.1165~1176.
4. V. G. Papadakis, C. G. Vayenas, and M. N. Fardis, "Physical and chemical characteristics affecting the durability of concrete," *ACI Material Journal*, March-April, 88-M24, 1991, pp.186~196.
5. 오병환, 이명규, 정상화 "콘크리트의 기체확산계수 측정장치 개발 및 응용", 대한토목학회 논문집, 23권 1A호, 2003, pp.77~84.
6. "Standard practice for maintaining constant relative humidity by means of aqueous solution," *ASTM E104-85*, 1996.
7. J. Kropp and H. K. Hilsdorf, "Performance criteria for concrete durability," Report 12, RILEM, London, 1995, pp.198~210.
8. R. L. Day and B. K. Marsh, "Measurement of porosity in blended cement pastes," *Cement and Concrete Research*, Vol.18, No.1, 1988, pp.63~73.
9. L. C. Chen and D. L. Katz, "Diffusion of methane through concrete," *ACI Journal*, December, Title No.75~70, 1978, pp.673~679.
10. K. Kobayashi, "Oxygen diffusivity of various cementitious materials," *Cement and Concrete Research*, Vol.21, No.2, 1991, pp.273~284.

요 약

콘크리트의 탄산화 과정에 있어서 이산화탄소 확산계수는 매우 중요한 부분을 차지하고 있으나 이에 대한 실험적인 연구는 국·내외 적으로 매우 부족한 실정이다. 이에 따라 본 연구에서는 기체확산계수 측정장치의 개발을 통한 이산화탄소 확산계수 실험을 콘크리트, 모르타르 및 시멘트 페이스트에 대해 수행하였다. 실험결과 이산화탄소의 확산은 시편의 탄산화 여부에 관계 없이 모든 시편에 대해서 약 5시간 이내에 정상상태에 도달하였다. 또한, 물-시멘트비가 큰 시편의 경우 이산화탄소 확산계수도 커졌지만 상대습도가 높을수록 물-시멘트비에 따른 확산계수 증가폭은 감소하였으며, 물-시멘트비가 일정한 경우에는 상대습도가 높아질수록 확산계수가 감소하였다. 상대습도에 따른 이산화탄소 확산계수 변화량은 물-시멘트비가 낮을수록 감소하였다. 골재의 유·무에 따른 이산화탄소 확산계수는 시멘트 페이스트가 가장 크게 나타났으며, 콘크리트와 모르타르의 경우는 시멘트 페이스트에 비해 매우 작지만 상대습도 10%인 경우를 제외하고는 모르타르의 경우가 콘크리트의 경우보다 작은 것으로 나타났다. 본 연구에서 수행한 이산화탄소 확산계수에 대한 연구결과를 통해 콘크리트 구조물의 탄산화 깊이 예측을 위한 연구가 더욱 활성화될 수 있을 것으로 기대된다.

핵심용어 : 탄산화, 기체확산계수 측정장치, 이산화탄소 확산계수, 상대습도