

# 콘크리트의 중성화와 투기성 평가에 관한 실험적 연구

유 재 강

((주)대우건설 기술연구소)

## 1. 서론

철근콘크리트 구조물은 건설시점 이후 시간이 경과함에 따라 다양한 성능저하기구의 작용에 의해 서서히 성능저하가 발생된다.

철근콘크리트 구조물의 성능을 저하시키는 성능저하 기구로는 외기온의 변화 및 저온환경에 따른 동결융해, 대기중의 탄산가스 및 산성비에 의한 콘크리트의 중성화, 또한 사용재료의 측면에서 제염되지 않은 해사 사용과 해안지역의 경우 비래염분의 침투에 의한 염해를 크게 들 수 있으며, 이와 같은 성능저하기구는 복합적으로 철근콘크리트 구조물에 작용하게 된다.

이 중에서 콘크리트의 중성화는 대기중 탄산가스의 침투에 의해 시간의 경과와 더불어 피복콘크리트의 표면으로부터 서서히 진행되

며, 중성화 깊이가 철근의 위치에 도달하게 되면 철근주위의 pH가 저하됨으로서 부식이 발생할 수 있는 환경을 조성하게 된다.

이처럼 콘크리트의 중성화는 콘크리트 자체의 성능저하에는 큰 영향이 없으나, 콘크리트 내부에 매입된 철근의 부식환경에 영향을 미치게 되며, 더욱이 구조물이 처한 지역에 관계없이 대기중 탄산가스 침투에 의해 진행이 되는 특성을 갖고 있어, 철근콘크리트 구조물의 내구성 측면에서 중성화에 관한 연구의 중요성은 매우 크다고 할 수 있다.

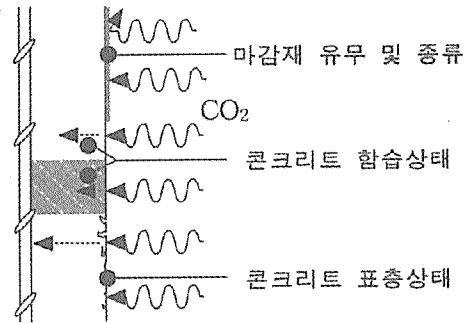
이에 국내·외에 있어 콘크리트의 중성화 메카니즘에 관한 연구<sup>1,2)</sup>를 비롯하여 배합조건별 콘크리트 내부의 미세 세공구조 및 용적이 콘크리트의 중성화에 미치는 영향에 관한 연구<sup>3,4)</sup>, 경화콘크리트의 압축강도 및 투기성능을 인자로 하여 중성화속도를 평가하고자 한

연구<sup>5-10)</sup> 등 다양한 연구가 진행되고 있다.

이와 같은 기존의 연구 결과 콘크리트의 중성화 진행정도는 콘크리트의 배합조건인 물시멘트비, 단위시멘트량, 골재의 양 및 입도 뿐 아니라 시공성과 관련된 슬럼프값 등에 따라 달라지게 되며, 경화콘크리트에 있어서 콘크리트의 압축강도 및 세공구조는 중성화속도와 밀접한 관련이 있는 것으로 보고되고 있다.

한편, Rilem보고서<sup>11)</sup>에서는 콘크리트의 압축강도는 경화콘크리트의 대표적인 특성으로 내구성과 일정한 상관성을 갖고 있지만, 콘크리트의 표층부에서 진행되는 중성화를 보다 정확하게 평가하기 위해서는 표층부의 물질투과 특성에 관해 고찰하여야 한다고 제안을 하였으며, 콘크리트의 투과성능을 내구성의 기준으로 평가하기 위한 연구로서 "Permeability of concrete as a criterion of its durability"를 수행하였다.

콘크리트 표층부에서 탄산가스 침투 모식도는 [그림 1]에 나타낸 바와 같이 콘크리트 표층부에 시공된 마감재의 영향, 피복콘크리트층의 흡습상태 및 거푸집 시공정도에 따라 차이를 나타내게 되며, 탄산가스 침투에 따른 중성화 속도는 콘크리트의 종류, 마감재 유무 및 종류, 흡습상태 등에 의해 결정되는 투기성능



(그림 1) 콘크리트 표층부 성상에 따른 탄산가스의 침투 모식도

과 밀접한 관련이 있는 것으로 보고되고 있다.<sup>12)</sup>

이에 본 연구에서는 모르타르 및 콘크리트의 투기성능을 물시멘트비, 함수율, 마감재종류에 따라 평가한 후, 중성화속도 평가를 위한 투기계수의 적용성을 검토하였다.

## 2. 실험계획 및 방법

### 2.1 실험계획

본 연구의 실험계획은 [표 1]에 나타낸 바와 같다.

I 시리즈는 물시멘트비 50%, 60%의 시험

[표 1] 실험 요인 및 수준

시리즈	W/C(%)	표면마감재 종류	수중양생 일수	중성화 촉진 조건	측정항목	측정재령	
I	· 50 · 60	· 무처리	· 1일 · 3일 · 28일	· 온도 20±2℃ · 습도 50±5% · CO <sub>2</sub> 농도 5±1%	· 압축강도	· 중성화촉진 전	
					· 중성화 깊이	· 중성화촉진 1, 4, 8주	
					· 투기 계수	· 기건상태	· 중성화촉진 전, 중성화촉진 1, 4, 8주
						· 절건상태	· 중성화촉진 전, 중성화촉진 1, 4, 8주
					· 함수율	· 중성화촉진 전, 중성화촉진 1, 4, 8주	
II	· 47 · 55 · 60	· 무처리 · 페인트1급 <sup>11)</sup> · 페인트2급 <sup>2)</sup> · 모르타르	· 28일		· 압축강도	· 중성화촉진 전	
					· 중성화 깊이	· 중성화촉진 1, 4, 8주	
					· 투기계수	· 중성화촉진 전, 중성화촉진 1, 4, 8주	

주1,2) 페인트 I, II 급은 KS M 5310에 준한 외벽용 페인트의 규준에 적합한 제품을 사용

[표 2] 콘크리트의 배합 및 굳지않은 콘크리트의 성상

시리즈	W/C (%)	S/A (%)	단위수량 (kg/m³)	단위중량(kg/m³)			슬럼프 (cm)	공기량 (%)
				시멘트	잔골재	굵은골재		
I	50	48	176	352	837	941	21	2.5
	60	52	191	318	904	961	19	2.3
II	47	46	193	411	775	914	19	2.5
	55	48	193	351	832	907	20	2.6
	60	49	193	322	861	901	17	2.4

체를 제작한 후 수중양생 조건을 1일 수중양생 + 27일 기건양생, 3일 수중양생 + 25일 기건양생, 28일 수중양생을 실시하였으며, 중성화 촉진 시험을 실시하여 양생조건이 중성화속도에 미치는 영향을 검토하였다. 또한, 소정의 재령에서 투기시험체와 동일하게 제작하여 동일한 환경 하에 방치한 시험체의 함수율을 측정 후 절건 투기량을 측정하여 함수율이 투기성에 미치는 영향을 검토하였다.

II 시리즈는 물시멘트비 47%, 55%, 60%의 시험체를 제작하여 양생한 후 콘크리트 표면에 무처리, 페인트 I 급, 페인트 II 급, 모르타르 마감을 실시하였으며, 중성화촉진 재령에 따른 중성화깊이 및 투기계수 시험에 의한 투기량을 측정하여 마감재 도포에 따른 영향을 비교·검토하였다.

## 2.2 배합 및 사용재료

### 2.2.1 배합 및 비빔방법

본 실험의 콘크리트 배합 및 굳지않은 성상은 [표 2]에 나타난 바와 같다. I 시리즈는 물시멘트비 50%, 60%의 2수준으로 설정하였으며, II 시리즈는 다소 열악한 콘크리트를 제조하기 위하여 단위수량을 193kg/m³로 설정한 후 물시멘트비를 47%, 55%, 60%의 3수준으로 하였다.

비빔은 100 l 강제식 팬타입 믹서를 사용하

였으며, 소요의 유동성을 확보하기 위한 소정의 고성능감수제를 첨가한 후 토출하였다.

각각의 배합에 따른 슬럼프 및 공기량은 유사한 수준으로 나타났다.

### 2.2.2 사용재료

본 실험에서 사용한 재료의 물리적 성질은 [표 3]과 같다.

II 시리즈에서 콘크리트 표면에 도포한 마감재는 국내 아파트 외벽에 주로 사용되고 있는 페인트 2종류와 모르타르를 사용하였으며, 페인트의 물리적 성질은 [표 4]에 나타난 바와

[표 3] 사용재료의 물리적 성질

시멘트	· 종류 : 보통포틀랜드 시멘트 · 비중 : 3.15	
잔골재	· I 시리즈	· 종류 : 제업사 · 비중 : 2.56
	· II 시리즈	· 종류 : 강모래 · 비중 : 2.60
굵은골재	· I 시리즈	· 종류 : 깬자갈 · 비중 : 2.65
	· II 시리즈	· 종류 : 깬자갈 · 비중 : 2.62

[표 4] 페인트의 물리적 성질 (II 시리즈)

종류	비중	점도	pH	휘발분	주성분
페인트 I 급	1.38	88	8.8~9.5	41%	아크릴
페인트 II 급	1.40	87	8.8~9.5	46%	에멀전

같다.

## 2.3 시험체 제작

### (1) 압축강도

압축강도 측정용 시험체는  $\phi 10 \times 20\text{cm}$ 의 원주형 공시체로 제작하였다.

### (2) 중성화깊이

중성화깊이 측정용 시험체는  $7.5 \times 10 \times 40\text{cm}$ 의 시험체로 제작하였고 양생을 종료한 뒤 타설면에 직각인 한 면을 측정면으로 선정 한 후 나머지면은 에폭시코팅을 실시하여 탄산가스의 침투를 억제시켰다. 특히, II 시리즈의 경우 중성화측진 시험을 실시하기 전에 각각의 마감재를 측정면으로 선정된 면에 도포하였다.

### (3) 투기시험 및 함수율측정

투기량 측정용 시험체는 양생 종료 후 [그림 2]에 나타난 바와 같이  $\phi 10 \times 20\text{cm}$  원주형 시험체의 일정부위를 두께 3cm로 절단하여 제작하였으며, II 시리즈의 경우 절단면의 한 면에 각각의 마감처리를 실시하였다. 한편, 투기시험시 압력공기의 유출을 방지하기 위하여 원주면은 에폭시로 코팅하였다.

I 시리즈의 함수율 측정용 시험체는 투기량 측정용 시험체와 동일하게 제작하였으며, 소정의 재령에서 함수율을 측정한 후 절건투기량 측정시 원주면에 대한 에폭시 코팅을 실시하였다.

한편, II 시리즈에서 사용한 마감재는 주택건설 시방서에 준하여 도포하였으며, 모르타르 마감의 경우 중성화깊이 측정용 시험체는 9mm, 투기량 측정용 시험체는 투기성을 고려하여 3mm로 하였다.

## 2.4 측정항목 및 측정방법

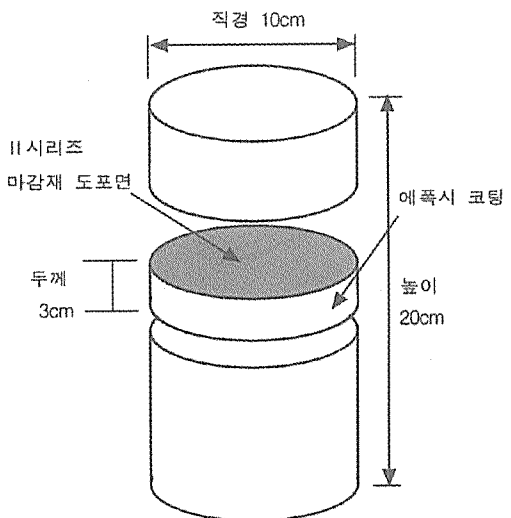
시험체 제작 1일 후에 탈형하여 각각의 양생 조건에 따라 양생을 실시한 후, 중성화측진 시험의 전양생으로서 중량이 일정해질 때까지 1주간 기건양생을 실시하였다. 중성화측진 시험은 온도  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ , 습도  $50 \pm 5\%$ ,  $\text{CO}_2$ 농도  $5 \pm 1\%$ 의 조건에서 실시하였다.

### (1) 중성화깊이

중성화깊이 측정은 압축강도 시험기를 이용하여 시험체를 소정의 두께로 활렬한 후 1%의 페놀프탈레인 용액을 분무하여 시험체의 표면으로부터 발색되지 않은 5개소의 평균깊이로 하였다. 특히, II 시리즈의 경우 중성화깊이는 마감재의 두께를 제외한 콘크리트만의 중성화깊이로 하였다.

중성화깊이 측정 후 측정면은 탄산가스의 침투를 방지하기 위하여 에폭시코팅을 하였다.

한편, 재령에 따른 중성화깊이 측정결과를 바탕으로 기존의 제안식인 岸谷이 제안한 식



(그림 2) 투기시험용 시험체 제작 모식도

(1)<sup>13)</sup>에 준하여 중성화속도계수를 산출하였다.

$$C = A\sqrt{t} \dots\dots\dots(1)$$

여기서 C : 중성화깊이 (mm)

A : 중성화속도계수

t : 재령 (일)

P<sub>2</sub> : 대기압 (1.0332 kgf/cm<sup>2</sup>)

h : 시험체의 두께 (cm)

Q : 투기량 (cm<sup>3</sup>/sec)

A : 투기면적 (38.465 cm<sup>2</sup>)

γ : 기체의 단위용적중량

(공기 : 1.205 × 10<sup>-6</sup> kg/cm<sup>3</sup>)<sup>14)</sup>

### (2) 투기량

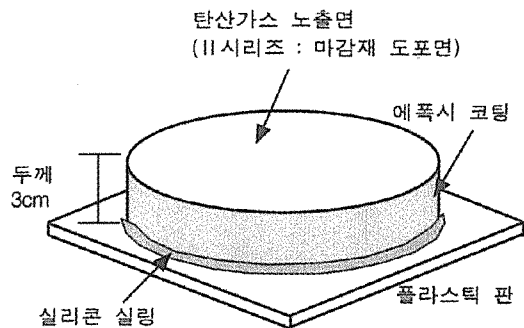
중성화촉진 시험시 투기량 측정용 시험체는 탄산가스 노출면(Ⅱ시리즈는 마감처리면)만을 중성화시키기 위하여 나머지면은 [그림 3]에 나타낸 바와 같이 탄산가스의 침투를 억제하였다.

투기량은 [그림 4]에서 보는 바와 같이 직경 7cm의 실린더에 시험체를 고정시켜 실링을 한 후 2kgf/cm<sup>2</sup>의 압력을 가하여 투과되는 공기를 수중에서 메스실린더를 사용해 물과 치환하는 방법으로 투기량을 측정하였으며, 투기량 측정결과로부터 식(2)에 준하여 투기계수를 산출하였다.

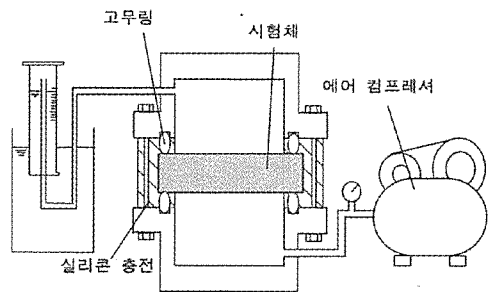
### (3) 함수율

함수율이 콘크리트의 투기성에 미치는 영향을 평가하기 위하여 투기계수 측정용 시험체와 동일하게 시험체를 제작한 후 중성화촉진을 실시하였으며, 측정재령에서 시험체의 중량(W<sub>1</sub>)을 측정하고 80±5 °C의 건조기 내에서 중량이 일정하게 될 때(함수율 0%)까지 건조된 시험체의 중량(W<sub>2</sub>)을 측정하여 (W<sub>1</sub>-W<sub>2</sub>)/W<sub>2</sub>의 백분율을 함수율로 하였다<sup>5)</sup>.

또한 함수율을 측정한 시험체의 절건 투기계수는 상기의 투기계수 측정방법과 동일하게 측정하였다.



[그림 3] 중성화 촉진시 투기시험용 시험체



[그림 4] 투기시험장치

$$K = \frac{2P_2 h_r}{P_1^2 - P_2^2} \cdot \frac{Q}{A} \dots\dots\dots(2)$$

여기서 K : 투기계수 (cm/sec)

P<sub>1</sub> : 재하압력 (kgf/cm<sup>2</sup>)

## 3. 실험 결과의 분석 및 검토

### 3.1 양생조건이 콘크리트의 중성화 및 투기성에 미치는 영향 검토 및 분석

#### 3.1.1 중성화속도계수

[그림 5]는 물시멘트비 및 양생조건에 따른 압축강도와 중성화속도계수의 관계를 나타낸 것으로서 각각의 물시멘트비에 있어서 수중양생 기간이 길수록 압축강도는 증가하는 경향을 나타내고 있으며, 중성화속도계수는 감소하는 경향을 나타내고 있다.

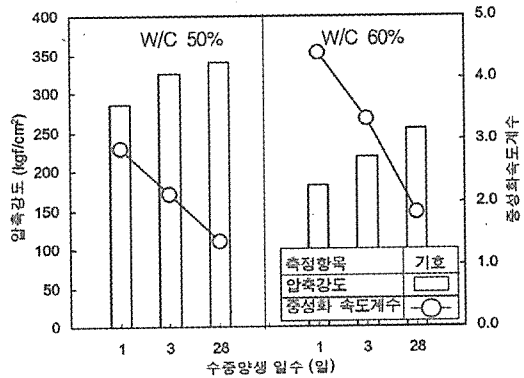
콘크리트의 중성화속도계수는 물시멘트비가 낮을수록 작게 되며, 동일 물시멘트비에 있어서도 시멘트의 수화가 충분히 진행되도록 함으로서 중성화속도를 억제시킬 수 있을 것으로 사료된다.

### 3.1.2 투기계수

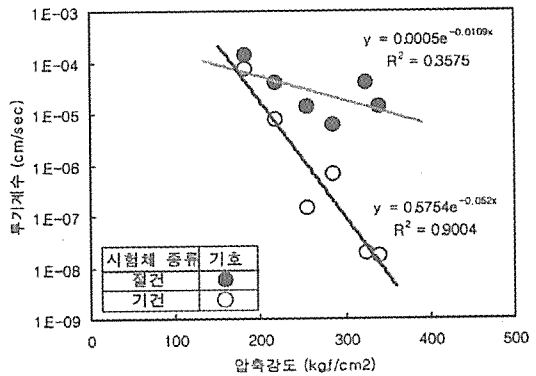
[그림 6]은 압축강도와 기건 및 절건 투기계수의 관계를 나타낸 것으로서 압축강도가 증가함에 따라 투기계수는 모두 감소하는 경향을 나타내고 있다.

본 실험의 절건 투기계수 측정에 사용된 시험체는 기건 투기계수 측정용 시험체와 동일하게 제작한 시험체로서 측정 시점에서의 함수율을 0%로 하였기 때문에 기건 투기계수와 의 차이는 함수율에 의한 것으로 사료된다.

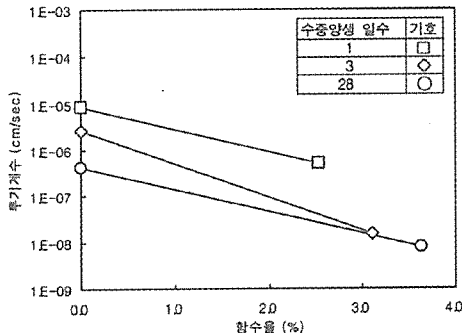
압축강도의 증가에 따른 절건 투기계수의 감소 경향은 물시멘트비 및 양생조건에 따라



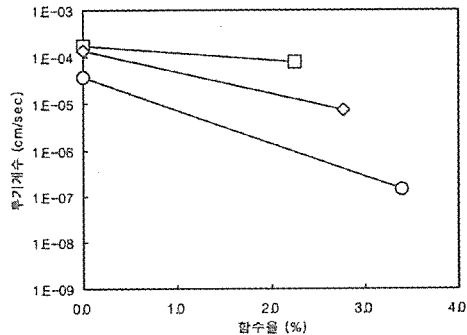
(그림 5) 물시멘트비 및 양생조건별 압축강도와 중성화속도계수의 관계



(그림 6) 압축강도와 기건 및 절건 투기계수의 관계



(a) W/C 50%



(b) W/C 60%

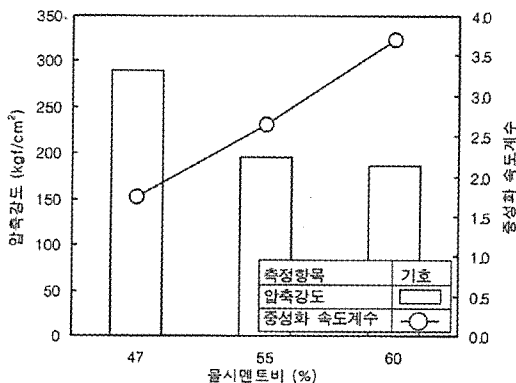
(그림 7) 물시멘트비 및 양생조건별 함수율과 투기계수의 관계(중성화촉진 재령 1주)

에 따른 경화콘크리트 조직의 치밀성에 의한 것으로 사료되며, 기건 투기계수의 감소 경향은 조직의 치밀성 이외에 함수상태에 의한 영향도 동시에 받고 있는 것으로 사료된다. 한편, 본 실험에 있어서 절건 투기계수와 기건 투기계수의 차이는 압축강도 200kgf/cm<sup>2</sup> 내외의 영역에서는 거의 유사한 수준을 나타내고 있으나 300kgf/cm<sup>2</sup> 이상의 영역에서는 큰 차이를 보이는 것으로 나타났다.

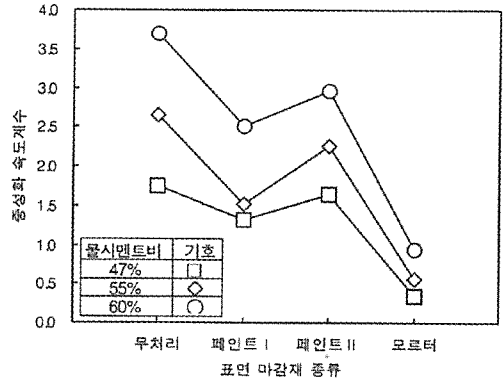
### 3.1.3 함수율

[그림 7]은 중성화축진 재령 1주의 양생조건별 함수율과 투기계수의 관계를 나타낸 것으로 수중양생 재령이 증가함에 따라 함수율은 증가하고, 투기계수는 감소하는 경향으로 나타났다.

수중양생 기간이 길수록 함수율이 커지는 이유는 콘크리트 수화정도에 기인한 치밀한 조직 때문에 콘크리트 내부의 수분증발이 억제되었기 때문으로 사료되며, 이러한 수분이 미세공극을 채워 공기를 통과시키는 세공의 양을 감소시킴으로서 투기계수가 감소된 것으로 사료된다.



(그림 8) 물시멘트비에 따른 압축강도 및 중성화속도 계수



(그림 9) 물시멘트비 및 마감재 종류에 따른 중성화속도계수

## 3.2 표면마감재가 콘크리트의 중성화 및 투기성에 미치는 영향에 관한 검토 및 분석

### 3.2.1 중성화속도계수

[그림 8]은 물시멘트비에 따른 압축강도 및 중성화속도계수를 나타낸 것으로서, 물시멘트비가 증가함에 따라 압축강도는 감소하는 경향을 나타내고 있으며, 중성화속도계수는 증가하는 경향을 나타내고 있다.

본 실험에 사용한 콘크리트 배합은 단위수량을 일정하게 한 후 시멘트량의 차이에 따라 물시멘트비를 변화시켰기 때문에 압축강도의 발현 성상은 단위용적당 차지하는 시멘트량의 차이에 기인한 것으로 사료된다.

한편, 중성화는 시멘트 수화시 생성되는 수산화칼슘이 탄산가스와 반응하여 탄산칼슘으로 석출되어 모두 소비되는 시점에서 진행되기 때문에 중성화속도는 단위시멘트량이 작을수록 빠르게 진행될 수 있다<sup>6)</sup>.

이에 물시멘트비가 커짐에 따라 중성화속도계수가 커지는 것은 단위용적당 차지하는 시멘트량이 적어지기 때문에 조직의 치밀성이 상대적으로 작게될 뿐만 아니라 생성되는 수

산화칼슘의 양도 적기 때문인 것으로 사료된다.

[그림 9]는 물시멘트비 및 마감재 종류에 따른 중성화속도계수를 나타낸 것으로서, 모든 물시멘트비에 있어서 무처리 시험체에 비하여 마감재를 도포한 시험체의 중성화속도계수는 저하하는 경향을 나타내고 있으며, 마감재 종류에 따른 중성화속도계수의 저하폭도 큰 차이를 나타내고 있다.

페인트의 경우 도포에 따른 중성화속도계수 저하는 페인트 종류에 따라서 다르게 나타나고 있으며, 무처리 시험체에 대하여 페인트 I 급은 25~42%, 페인트 II 급은 6~20%의 중성화속도계수 저하를 나타내고 있어 페인트 I 급이 페인트 II 급에 비해 약 2배정도 중성화속도 억제효과가 있는 것을 알 수 있다.

한편, 모르타르 마감의 경우 다른 표면 마감재에 비하여 중성화속도계수 저하 폭이 가장 큰 것으로 나타났으며, 무처리 시험체에 대하여 75~80%의 중성화속도 억제효과를 나타냈다.

동일 마감재를 사용한 경우 물시멘트비 47%에 비하여 55% 및 60%에서 마감재 사용에 따른 중성화속도계수 저하 폭이 큰 것으로 나타났으며, 높은 물시멘트비에 있어서 콘크리트의 내구성을 확보하기 위한 마감재 사용은 더욱 효과적인 것으로 나타났다.

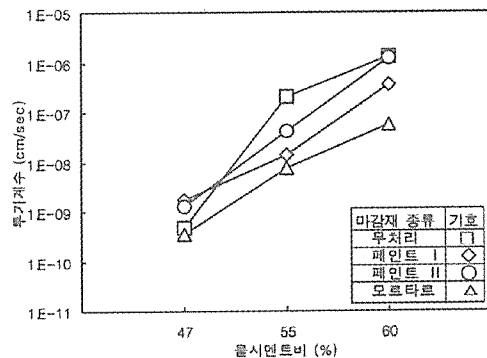
### 3.2.2 투기계수

[그림 10]은 물시멘트비 및 마감재 종류에 따른 투기계수를 나타낸 것으로서, 물시멘트비가 증가함에 따라 투기계수도 증가하는 경향을 나타내고 있다.

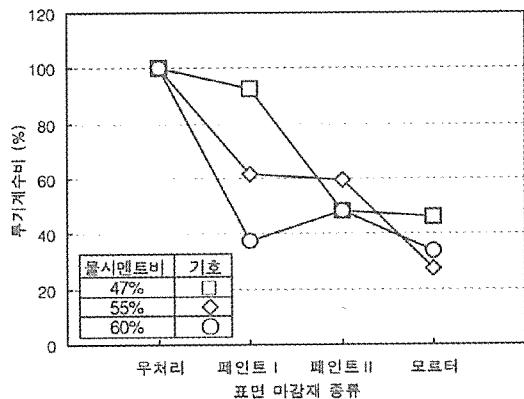
무처리 시험체의 투기계수는 물시멘트비에 따라 큰 차이를 나타내고 있으며, 이러한 경향은 중성화속도계수 측정결과와 유사하게 나타나고 있다. 이는 각각의 물시멘트비에 따른 배

합조건에 의해 경화콘크리트의 조직의 치밀성이 결정되며, 이러한 치밀성은 경화콘크리트의 투기성에 영향을 미쳐 탄산가스의 투과성능을 결정하게 되는 것으로 이해될 수 있다.

한편, 마감재 도포에 따른 투기계수의 저하 효과는 물시멘트비 47%에 비하여 55% 및 60%에서 더욱 효과적인 것으로 나타났다. 이는 물시멘트비 47%의 경우 마감재 도포에 따른 영향보다는 콘크리트 자체의 수밀성에 의해 투기계수가 더욱 영향을 받고 있는 것으로 사료되며, 높은 물시멘트비의 콘크리트에 있어서 투기성을 저하시키기 위하여 마감재의 사용이 고려되어야 할 것으로 사료된다.



(그림 10) 물시멘트비 및 마감재 종류에 따른 투기계수



(그림 11) 물시멘트비 및 마감재 종류에 따른 투기계수 저하비



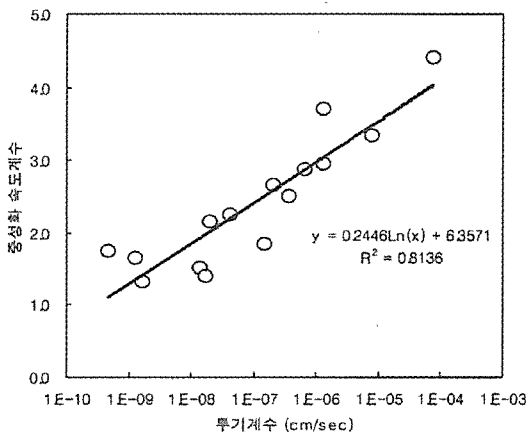
한편, 각각의 투기계수는 동일하게 제작된 시험체의 일정부위를 커팅하여 제작하였으며, 시험체 마다 일정 영역대의 투기계수를 갖지만 다소의 편차를 갖게 된다. 이에 물시멘트비별 각각의 시험체의 초기 투기계수에 대한 마감재 도포직후의 투기계수 저하 비율을 [그림 11]에 나타냈다.

마감재 도포에 따른 물시멘트비별 투기계수 저하율은 마감재 종류에 따라 큰 차이를 나타내고 있으나, 전반적으로 마감재 도포에 따라 저하하는 경향을 보이고 있다.

투기계수의 저하율은 물시멘트비가 클수록 마감재 도포에 따라 큰 폭으로 저하하는 경향을 나타내고 있으며, 마감재 종류에 따라서는 모르타르 마감의 경우 무처리에 비하여 약 50~70%의 투기계수 감소율을 나타내고 있다.

### 3.3 중성화속도계수와 투기계수의 관계 검토 및 분석

[그림 12]는 모르타르를 제외한 마감재 유무 및 종류, 물시멘트비, 양생조건에 따른 투기계수와 중성화속도계수의 관계를 나타낸 것이다. 투기계수가 증가함에 따라 중성화속도계수



(그림 12) 투기계수와 중성화속도계수의 상관관계

도 증가하는 경향을 나타내고 있으며, 투기계수와 중성화속도계수 간에는 일정한 식에 대하여 양호한 상관관계를 갖는 것을 알 수 있다.

이러한 결과는 기존의 연구<sup>6,10)</sup>에서도 제시하고 있는 바와 마찬가지로, 경화콘크리트의 투기계수는 콘크리트의 배합, 양생조건, 마감재 도포 유무 및 종류에 따른 경화콘크리트의 투기성능을 나타내는 요인으로서 콘크리트의 중성화속도와 밀접한 관련이 있는 것으로 나타나고 있다.

본 연구의 범위에서 투기계수와 중성화속도계수의 상관식은 식(3)과 같이 나타냈다.

$$y = 0.2446 \ln(x) + 6.3571 \quad R^2 = 0.8136 \dots\dots\dots (3)$$

본 식을 기존의 제안식인 岸谷식을 이용하여 정리해 보면 식(4)와 같다.

$$C = (0.2446 \ln(x) + 6.3571) \times \sqrt{t} \dots\dots\dots (4)$$

## 4. 결론

콘크리트의 중성화에 영향을 미치는 투기성에 관한 실험적 연구 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 압축강도에 따른 투기계수는 압축강도가 증가함에 따라 저하하는 경향을 나타내고 있으며, 함수율이 투기계수에 미치는 영향은 압축강도가 증가할수록 큰 것으로 나타났다.

2) 페인트 마감의 경우 페인트 I 급은 페인트 II 급에 비하여 약 2배 정도 중성화 억제 효과가 큰 것으로 나타났으며, 모르타르 마감의 경우 무처리 시험체에 비하여 75~80% 정도 중성화 억제 효과가 있는 것으로 나타났다. 또한 동일 마감재를 사용한 경우 높은 물시멘트비에서 마감재 사용에 따른 중성화 억제효과 및 투기계수 저하효과가 크게 나타났다.

3) 본 연구에서 콘크리트의 투기계수는 콘

크리트의 배합, 마감재 도포 유무 및 종류, 양생방법 등에 따른 경화콘크리트의 투기성능을 나타내는 요인으로서 중성화속도계수와 밀접한 관련이 있는 것으로 나타났으며 기존의 제안식에 대하여 정리하면

$$C = (0.2446 \ln(x) + 6.3571) \times \sqrt{t}$$

의 추정식을 갖는 것으로 나타났다.

## 참고 문헌

- 1) 小林一輔 ほか：コンクリートの炭酸化のメカニズム, 日本コンクリート工學論文集 第1巻 第1號, 1990. 1
- 2) 長田光正 ほか：アルカリ成分に着目したコンクリート部材の炭酸化反應シミュレーション解析, 日本コンクリート工學年次論文報告集, Vol.19, No.1, 1997
- 3) 鄭載東 ほか：中性化速度に及ぼすコンクリートの調合及び細孔構造の影響に関する實驗的研究, 日本コンクリート工學會論文集, 第1巻, 第1號, 1991. 1, pp.61~73
- 4) 塚山隆一：中性化したコンクリートのポロシティ, セメント・コンクリート, No.274, 1969. pp.28~33
- 5) 千葉一雄 ほか：モルタルコンクリートの透氣性と透氣性が中性化に及ぼす影響, セ技年報 41, 昭和62年, pp.347~350
- 6) 笠井芳夫 ほか：モルタルの透氣性に関する試驗, セメント・コンクリート No.436, 1983, pp.8~15
- 7) Carman, P.C : Flow of Gases through Porous Media, Butterworth Scintific Publications, London, 1956
- 8) 氏家, 長瀧：コンクリートの透氣性の定量的評價に関する研究, 土木學會論文集, 第396號, Vol.9, pp. 79~87, 1988.8
- 9) H. Graf and H. Grube : The influence of curing on the gas permeability of concrete with different compositions, Proceedings of the RILEM Seminar on the durability of concrete structures under normal outdoor exposure, pp.80~89, 1984. 3
- 10) 金武漢 ほか：モルタル及びコンクリートの中性化に影響を及ぼす透氣係數に関する實驗的研究, 日本コンクリート工學年次論文集, Vol.22, No.1, 2000
- 11) Kropp, K. : Performance Criteria for Concrete Durability, Rilem Report 12, 1995
- 12) 김무한 외 : 콘크리트의 중성화에 영향을 미치는 투기성에 관한 실험적 연구, 한국콘크리트학회 논문집 Vol.13, No.2, pp.87~92, 2001
- 13) 岸谷孝一ほか, 콘크리트構造物の耐久性シリーズ -中性化-, 技報堂出版, 1988. pp.21~40.
- 14) 笠井芳夫ほか, セメントモルタル板の透氣性試驗, セ技年報 36, 昭和57年. pp.440~443.