

재생골재 콘크리트의 화학안정성에 관한 실험적 연구

An Experimental Study on the Chemical Soundness of Recycled Aggregate Concrete



김 무 한*

Kim, Moo-Han



김 규 용**

Kim, Gyu-Yong



박 선 규***

Park, Sun-Gyu



이 정 울***

Lee, Jeong-Yul

ABSTRACT

Recently, the study for practical construction application of recycled aggregate concrete is actively being proceeded, on the purpose of technical development for recycling on the construction waste concrete occurred at the time of destruction of building construction by the rapid increase of building wastes and exhaustion of natural aggregates.

But, the durability of investigation with all sorts of fluidity and engineering property for application recycled aggregate concrete to practical construction must be done at the same time. Especially, because of the real condition for chemical attack of concrete construction by the acid rain, acidification of soil, deepening of air pollution and dirty water etc. being come to the fore a serious problem, the study on the chemical soundness of concrete durability must be accompanied.

This study is composed as:

I series : Analysis for chemical soundness of aggregates

II series : Analysis for chemical soundness of natural and recycled aggregate concrete against Na_2SO_4 solution in drying and wet curing condition (at 20~80°C)

* 정회원, 충남대학교 공과대학 건축공학과 교수·공박

** 정회원, 충남대학교 산업기술연구소 연구원·공박

*** 정회원, 충남대학교 공과대학 건축공학과 대학원

· 본 논문에 대한 토의를 1999년 12월 31일까지 학회로 보내주시면 2000년 2월호에 토의회답을 게재하겠습니다.

IIIseries: Analysis for chemical soundness of natural and recycled aggregate concrete against Na₂SO₄ and H₂SO₄ solution in wet curing condition(at 20°C)

As a result of this study, the chemical soundness of recycled aggregate concrete affects on the w/c ratio, combination of natural and recycled aggregate, types of erosion solution.

Keywords : Chemical soundness, Recycled aggregate concrete, Waste concrete, Durability

1. 서 론

최근 산성비, 토양의 산성화, 대도시 차량급증에 따른 대기오염의 심화 및 오·폐수 등에 의한 콘크리트 구조물의 화학적 침식이 심각한 문제로 대두되고 있는 실정이다.

콘크리트의 화학안정성은 주로 페이스트의 침식저항성에 의해 좌우되지만, 골재의 구성조건에 따른 영향도 매우 크다고 할 수 있다. 특히, 최근 건설폐기물의 급증에 따른 폐기콘크리트의 재활용 및 이용촉진 기술개발의 일환으로서 재생골재 콘크리트를 실구조체에 적용할 경우 화학안정성에 대한 고려가 필요할 것으로 사료된다.^{1),2),3),4)}

따라서 본 연구는 각종 화학적 침식조건으로서 I 시리즈에서는 골재의 화학안정성을 검토하였고, II 시리즈에서는 Na₂SO₄용액에 의한 침식작용을 물시멘트비 수준 및 골재의 구성조건별로 천연 및 재생골재 콘크리트의 화학안정성을 검토하였다. 그리고, III시리즈에서는 Na₂SO₄와 H₂SO₄용액에 대한 화학안정성을 비교·검토하여 재생골재 콘크리트의 실구조체에 적용을 위한 기초자료로서 제시하고자 하였다.

2. 콘크리트의 화학적 침식 메카니즘

Na₂SO₄는 시멘트 경화체중의 수산화칼슘과 반응하여 석고(CaSO₄·2H₂O)를 생성하며, 이 석고는 시멘트 경화체중의 알루미늄산칼슘수화물 (3CaO·Al₂O₃·3CaO·Al₂O₃·6H₂O)과 반응하여 에트링가이트로 알려져 있는 칼슘설퍼알루미늄에이트 (3CaO·Al₂O₃·3CaSO₄·31H₂O)를 생성한다. 이 반응에서 생성된 에트링가이트의 생성 팽창압에 의해 균열과 표면의 박리현상 등 콘크리트의 열화현상을 초래한다. 또한, 황산염이 직접 알루미늄산칼슘수화물

과 반응하여 에트링가이트를 생성할 수 있다는 보고도 있다.^{5),6)}

H₂SO₄의 침식 메카니즘도 위에서 기술한 반응과 유사하며 반응식을 다음에 기술한다.

【화학 반응식】

1. Na₂SO₄ + Ca(OH)₂ + 2H₂O → CaSO₄·2H₂O + 2NaOH
CaSO₄·2H₂O + 3CaO·Al₂O₃·6H₂O → 3CaO·Al₂O₃·3CaSO₄·31~32H₂O
Na₂SO₄ + 3CaO·Al₂O₃·6H₂O → 3CaO·Al₂O₃·3CaSO₄·31H₂O + Al(OH)₃ + 2NaOH
2. Ca(OH)₂ + H₂SO₄ → CaSO₄·2H₂O + H₂O
CaSO₄·2H₂O + 3CaO·Al₂O₃·6H₂O → 3CaO·Al₂O₃·3CaSO₄·32H₂O

3. 실험계획 및 사용재료

3.1 실험계획 및 방법

본 연구는 콘크리트의 화학안정성을 골재의 구성조건, W/C 및 침지화학용액의 종류별로 비교·평가하기 위해 실험계획을 Table 1과 같이 구성하였다.

I 시리즈에서는 재생골재와 천연골재의 화학안정성을 검토하기 위하여 『KS F 2507 골재의 안정성 시험방법』에 준하여 실험을 하였다.

II시리즈에서는 재생골재와 천연골재의 구성조건 및 W/C 3수준에 따른 콘크리트의 Na₂SO₄용액에 대한 화학안정성을 평가·분석하기 위해 Table 1과 같이 실험계획을 구성하였으며 콘크리트의 배합은 Table 2와 같다.

Table 1 Experimental Program

Series	Factor	Note	
I. Analysis for chemical soundness of aggregate	Type of aggregate	<ul style="list-style-type: none"> Crushed stone (Onamdong in Teajeon) Recycled sand (Recycling center in Teajeon) Recycled gravel (Recycling center in Teajeon) 	
	Test of item	Unit Weight (kg/l)	
	Method of test for soundness	KS F 2507	
II. Analysis for chemical soundness of concrete against Na ₂ SO ₄ solution	W/C	0.30, 0.45, 0.60	
	Composition of aggregate	NN	River sand + Crushed stone
		NR	River sand + Recycled gravel
		RR	Recycled sand + Recycled gravel
	Curing methods	<ul style="list-style-type: none"> Water curing Accelerated curing (Na₂SO₄ solution) 	
Test of items	<ul style="list-style-type: none"> Compressive strength (kgf/cm²) Relative dynamic modulus of elasticity (%) Unit Weight (kg/l) 		
III. Analysis for chemical soundness of concrete against Na ₂ SO ₄ & H ₂ SO ₄ solution	W/C	0.45, 0.60	
	Composition of aggregate	NN	River sand + Crushed stone
		RR	Recycled sand + Recycled gravel
	Curing methods	<ul style="list-style-type: none"> Water curing Erosion curing (Na₂SO₄ & H₂SO₄ solution) 	
	Test of items	<ul style="list-style-type: none"> Compressive strength (kgf/cm²) Relative dynamic modulus of elasticity (%) Unit Weight (kg/l) 	

Table 2 Mix Proportion of concrete

Series	I.D	W/C	s/a (%)	Water Content (kg/m ³)	Unit Volume (ℓ/m ³)			Unit Weight (kg/m ³)		
					C	S	G	C	S	G
II	NN	0.30	36	155	164	242	429	517	621	1112
	NR								621	1022
	RR								572	1022
	NN	0.45	38	170	120	266	434	378	684	1124
	NR								684	1033
	RR								630	1033
	NN	0.60	40	185	98	283	424	308	727	1099
	NR								727	1010
	RR								670	1010
III	NN	0.45	38	170	120	266	434	378	684	1124
	RR								630	1033
	NN	0.60	40	185	98	283	424	308	727	1099
	RR								670	1010

Specific gravity: Cement:3.14, River sand:2.57, Recycled sand:2.37, Crushed stone:2.59, Recycled gravel:2.38

Ⅲ시리즈에서는 재생골재와 천연골재 콘크리트의 W/C 2수준 및 Na₂SO₄와 H₂SO₄용액의 침지화학용액에 따른 화학안정성을 평가·분석하기 위해 Table 1 과같이 실험계획을 구성하였으며 콘크리트의 배합은 Table 2와 같다.

실험방법으로는 KS 및 기준문헌^(3),5),6),7)을 참고하여, 공시체는 ø10×20cm의 실린더형 강제물드로 제작하였으며, 침지화학용액으로는 10% Na₂SO₄과 5%

H₂SO₄용액을 사용하였다.

양생방법으로, Ⅱ시리즈에서는 2주 표준수중양생 후 표준상태에서 기준값을 평가하고, 48시간 20±2℃의 Na₂SO₄용액에 침지시킨 다음 48시간 80±2℃로 건조(4일 1사이클)시켜 압축강도, 상대동탄성계수, 단위용적중량을 측정하였다. 또한, Ⅲ시리즈에서는 2주 표준수중양생 후 20±2℃의 Na₂SO₄ 및 H₂SO₄용액에 침지시켜 압축강도, 상대동탄성계수 및 단위용적중량을 측정하였다.

Table 3 Physical properties of aggregate

Type of Aggregates		Size (mm)	F.M	Gravity	Water absorption (%)	Solid-volume percentage (%)	Unit weight (kg/ℓ)	Sampling Place
Sand	River sand	2.5	2.64	2.57	1.0	62.1	1.59	Sim-cheon in Chungnam
	Recycled sand	5	3.01	2.37	8.9	63.1	1.50	Recycling center in Taejeon
Gravel	Crushed stone	25	7.22	2.59	2.4	64.1	1.57	Onamdong in Taejeon
	Recycled gravel	25	7.08	2.38	5.7	58.0	1.39	Recycling center in Taejeon

3.2 사용재료

본 실험의 사용재료로서 시멘트는 국내산 보통포틀랜드 시멘트를 사용하였고 혼화제로서는 국내산 나프탈렌계 고성능AE감수제를 사용하였다. Table 3은 천연 및 재생골재의 물리적 성질로서, 재생골재는 150~210kg/cm²의 실구조물을 파쇄하여 입도를 조절한 것으로 (財) 國土開發技術研究センター 『再生コンクリートの利用技術の開発』¹⁾에서 제안하는 품질기준에 만족하는 것으로 나타났으며, 천연잔골재인 심천산 강모래와 천연굵은골재인 대전산 갠자같은 KS 및 JIS A 5308의 품질기준을 만족하는 것으로 나타났다.

4. 실험결과 및 고찰

4.1 골재의 화학안정성 검토(I 시리즈)

Fig. 1 및 Table 4는 골재의 종류별 중량감소율을 나타낸 것으로서, 재생잔골재의 중량감소율은 23.90%, 천연굵은골재는 4.64%, 재생굵은골재는 47.29%로 나타나, 日本 建設省 建築研究所 『廢棄物の建設事業への再利用技術に関する研究』²⁾에서 보고된 재생잔골재 10~20%, 재생굵은골재 50~60%의 수준에 비교하면 재생잔골재는 약 3~13.9%정도 높고, 재생굵은골재는 약 2.71~12.71%정도 낮은 수준으로 나타났다.

4.2 Na₂SO₄에 대한 콘크리트의 화학안정성 검토(II 시리즈)

Table 4 Test result of soundness of aggregate

	Recycled sand	Natural gravel	Recycled gravel
Weight loss(%)	23.90	4.64	47.29
Reference (%)	10~20**	12*	50~60**

*KS, **Architecture Research Institute of the Ministry of Construction in Japan

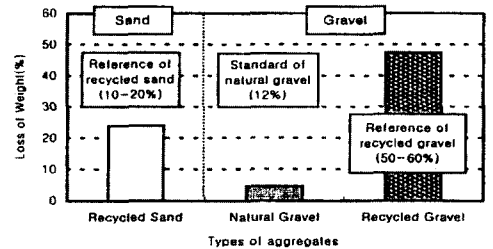


Fig. 1 Percentage of weight loss by chemical soundness test of aggregates

4.2.1 압축강도

Fig. 2는 축진양생사이클수에 따른 압축강도를 나타낸 것으로서, W/C 0.30 및 0.45의 영역에서 0사이클과 비교해 20사이클에서의 압축강도는 NN, NR이 각각 13~28%, 26~48% 증가하는 경향을 보이고 있는 반면, RR은 10~26%의 강도저하를 나타내고 있다. 또한, W/C 0.60의 영역에서는 골재의 구성조건에 관계없이 10~30%의 압축강도 감소율을 나타내고 있다.

4.2.2 중량감소율

Fig. 3은 축진양생사이클수에 따른 중량감소율의 변화를 나타낸 것으로서, W/C 0.30, 0.45의 영역에서는 특이할 만한 변화가 보이지 않고 있으나,

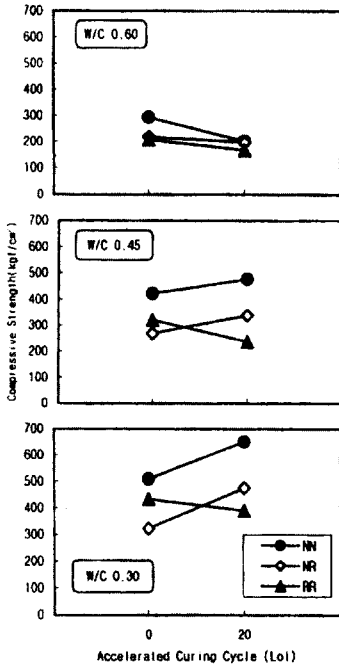


Fig. 2 Compressive strength according to accelerated curing cycle

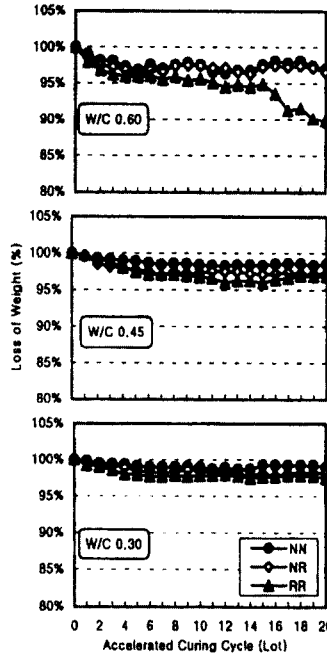


Fig. 3 Percentage of weight loss according to accelerated curing cycle

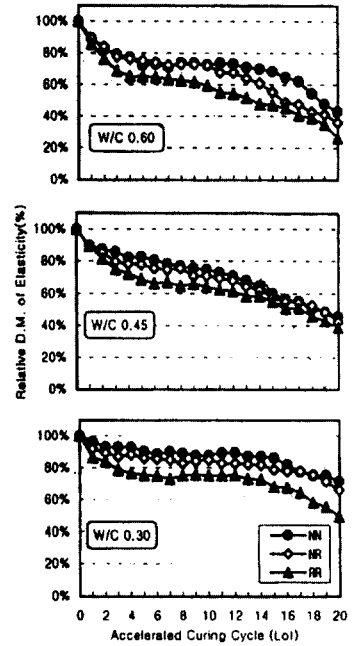


Fig. 4 Relative dynamic modulus of elasticity according to accelerated curing cycle

0.60영역에 있어서 골재의 구성조건이 RR인 경우 상대적으로 NN과 NR에 비해 7%정도 중량감소율이 큰 것으로 나타나고 있다.

4.2.3 상대동탄성계수

Fig. 4는 촉진양생사이클수에 따른 상대동탄성계수의 변화를 나타낸 것으로서, 골재의 구성조건이 NN인 경우 NR 및 RR보다 상대동탄성계수가 높게 나타났으며, 촉진양생 20사이클 후에 W/C 0.60에서 RR은 26%까지 감소하는 경향을 보이고 있다. 특히, W/C 0.30에서 0.45 및 0.60으로 W/C가 높아질수록 각각 15%정도 낮아지는 것으로 나타났으며, 이는 골재의 구성조건보다는 W/C에 의해서 상대동탄성계수가 크게 영향을 받는 것으로 사료된다.

4.3 Na₂SO₄ 및 H₂SO₄에 대한 콘크리트의 화학안정성 검토(Ⅲ시리즈)

4.3.1 압축강도

Fig. 5는 침지양생에 따른 압축강도를 나타낸 것

으로서, 골재의 구성조건보다는 W/C 및 침지화학용액의 종류에 영향을 많이 받는 것으로 나타났다.

H₂SO₄용액에 침지시킨 공시체는 수중양생을 14일 동안 실시한 후 침지양생을 하였다. 전체적으로 침지양생 재령1주까지는 약 30%정도 압축강도가 증가하는 경향을 보이고 있으나 재령8주 압축강도는 재령1주와 비교해 W/C 0.45는 25%, W/C 0.60은 30~32%정도 감소하는 경향을 나타내고 있다.

이는 H₂SO₄용액에 침지시킨 경우 침지양생 재령

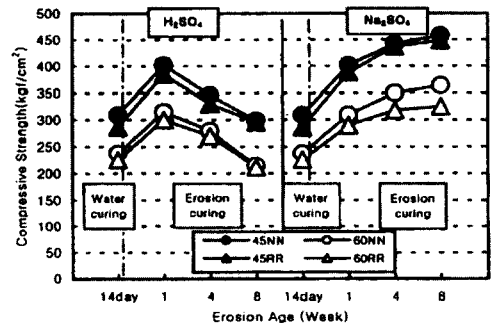


Fig. 5 Compressive strength according to erosion curing age

1주까지는 강도증진 및 H₂SO₄용액이 극히 소량으로 침투하였기 때문에 강도저하현상이 없었으며, 그 후에 콘크리트의 수화생성물인 Ca(OH)₂와 용액이 반응하여 다량의 이수석고가 생성되고 이 이수석고는 콘크리트내의 알루미늄산칼슘수화물과 다시 반응하여 균열 및 박리 등의 각종 열화현상을 수반하는 에트링가이트의 생성으로 인해 강도가 저하한 것으로 사료된다. 그러나, Na₂SO₄용액에 침지시킨 공시체는 침지양생 재령8주까지 W/C 0.45는 47~56%, W/C 0.60은 52~56%정도 압축강도가 증가하는 경향을 보이고 있으며 이는 콘크리트 세공조직 및 표면에 생성된 반응생성물의 결정화로 인해 조직이 밀실해졌기 때문인 것으로 사료된다.

Fig. 6은 재령에 따른 수중 및 침지양생의 압축 강도발현을 나타낸 것으로서, H₂SO₄용액에 침지시킨 경우는 재령의 증가와 더불어 수중양생을 행한 압축강도와 많은 차이를 보이고 있지만 Na₂SO₄용액에 침지시킨 경우는 수중양생한 경우와 거의 유사한 압축강도를 발현하는 것을 알 수 있다.

4.3.2 중량변화를

Fig. 7은 침지양생에 따른 중량변화율을 나타낸 것이다.

H₂SO₄용액에 침지시킨 경우, 골재의 구성조건에 관계없이, W/C 0.45는 침지양생 재령1주에 중량이 다소 증가하였다가 이후 감소한 반면, W/C 0.60은 재령이 증가할수록 중량감소가 커지는 것을 알 수 있다. 또한, Na₂SO₄용액에 침지시킨 경우에 있어서 W/C 0.45는 다소 증가하는 경향을 보이고 있으나, W/C 0.60은 침지양생 재령1주에 다소의 중량감소를 나타내다가 재령의 증가와 더불어 중량변화율이 작아지는 것을 알 수 있다.

4.3.3 상대동탄성계수

Fig. 8은 침지양생에 따른 상대동탄성계수를 나타낸 것이다.

H₂SO₄용액에 침지시킨 경우, 수중양생 재령14일과 비교해 W/C 0.45는 재령8주에 15~16%, W/C 0.60은 22~23% 감소하였다. 그리고, Na₂SO₄용액에 침지시킨 경우, 수중양생 후 침지양

생 재령1주까지는 감소하였으나, 침지양생 재령1주 이후 전반적으로 재령이 지남에 따라 증가하는 경향

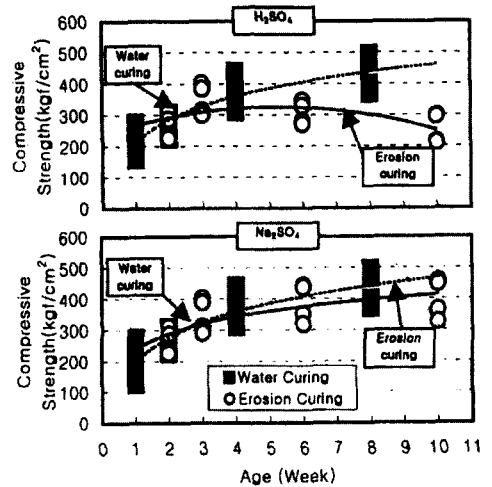


Fig. 6 Comparison of compressive strength in water and erosion curing by curing age

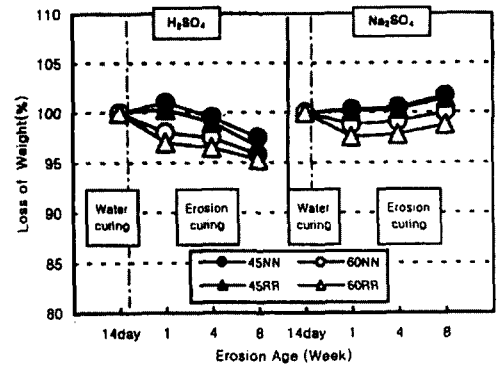


Fig. 7 Change of weight of according to erosion curing age

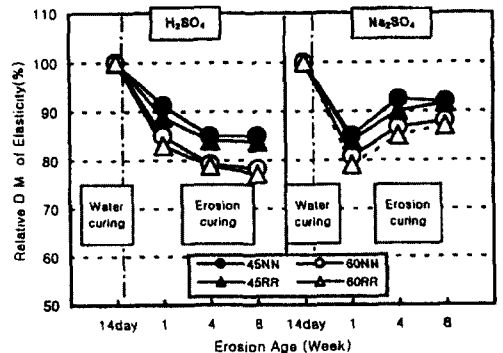


Fig. 8 Relative dynamic modulus of elasticity according to erosion curing age

을 보이고 있으며, 수중양생 재령 14일과 침지양생 재령8주를 비교하면 재령8주에 W/C 0.45는 8%, W/C 0.60은 12~13%정도 감소하였다.

Fig.9는 재령에 따른 수중양생과 침지양생의 상대동탄성계수를 나타낸 것이다. 수중표준양생의 경우는 재령이 증가함에 따라 상대동탄성계수가 증가하는 반면, H₂SO₄용액에 침지시킨 경우 재령이 증가함에 따라 상대동탄성계수가 감소하는 경향을 보이고 있다. 한편, Na₂SO₄용액에 침지시킨 경우는 H₂SO₄에 의한 침식의 경향과 유사하게 수중표준양생에 의한 동탄성계수와 다소 차이를 보이고 있으나, Fig. 6의 수중표준양생과 Na₂SO₄에 의한 침지양생에 의한 압축강도 발현

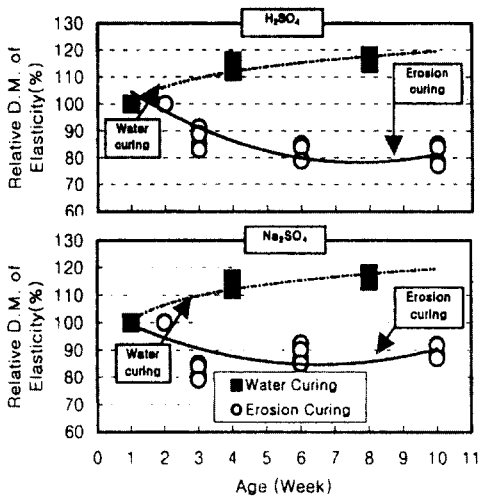


Fig. 9 Comparison of relative dynamic modulus elasticity in water and erosion curing by curing age

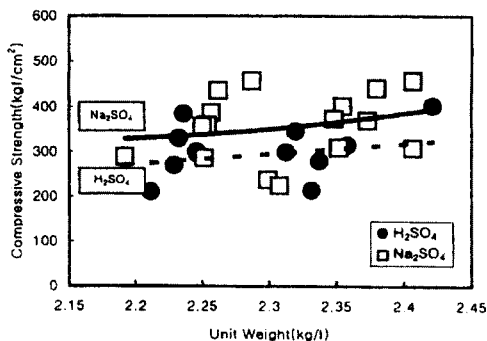


Fig. 10 Correlation between compressive strength and unit weight

치가 큰 차이로 보이지 않아 Na₂SO₄에 의한 침식현상이 동탄성계수치와 압축강도 발현현상과 다소 차이를 보여 이에 따른 심도있는 연구가 필요할 것으로 사료된다.

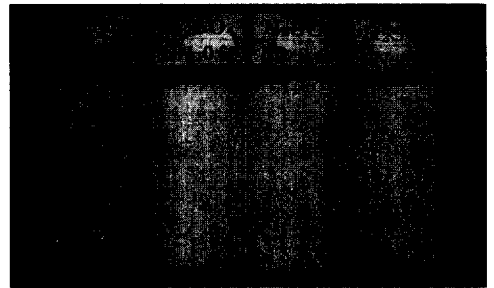
4.3.4 압축강도와 단위용적중량의 상관관계

Fig. 10은 압축강도와 단위용적중량과의 상관관계를 나타낸 것으로서, H₂SO₄용액에 침지시킨 경우가 동일한 단위용적중량에서 Na₂SO₄용액에 침지시킨 경우보다 압축강도가 상대적으로 낮은 경향을 보이고 있다.

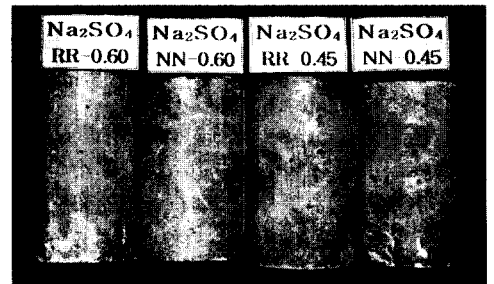
4.3.5 공시체의 외관

Fig. 11(a)~(b)는 각각 H₂SO₄ 및 Na₂SO₄용액에 침지시킨 공시체의 외관을 나타낸 것이다.

H₂SO₄용액에 침지시킨 경우 공시체 표면의 페이스트 부분이 침식을 받아 내부의 골재가 노출된 상태를 보이고 있다. 그러나, Na₂SO₄용액에 침지시킨 경우는 H₂SO₄용액에 침식을 받은 공시체보다 양호한 상태를 보이고 있으나 표면의 일부 부분은 황백색으로 변하였다.



(a) Specimen eroded in H₂SO₄ solution



(b) Specimen eroded in Na₂SO₄ solution

Fig. 11 Surface of specimen eroded in H₂SO₄ and Na₂SO₄ solution

5. 결 론

천연 및 재생골재 콘크리트의 화학안정성에 관한 시리즈별 실험결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) I 시리즈: 골재의 화학안정성 시험결과 재생골재, 천연굵은골재 및 재생굵은골재의 중량감소율은 각각 23.90%, 4.64%, 47.29%로 나타났으며, 특히 재생골재의 중량감소율이 천연골재에 비하여 현저하게 크게 나타났다.
- 2) II 시리즈: Na_2SO_4 용액의 침식에 있어서 NN, NR이 RR에 비해 화학안정성이 우수하였으며, W/C 수준에 있어서는 W/C가 클수록 화학적 침식이 크게 나타났다. 따라서, 재생골재 콘크리트의 화학안정성을 고려한다면 W/C를 작게 하는 것이 유리할 것으로 사료된다.
- 3) III 시리즈: 화학적 침식용액인 H_2SO_4 및 Na_2SO_4 용액에 대한 화학안정성은 H_2SO_4 용액에 침지시킨 경우 압축강도발현 및 동탄성계수치가 모두 저하되는 경향이 뚜렷하게 나타나지만, Na_2SO_4 용액에 침지시킨 경우에 있어서 동탄성계수치는 감소되고 있으나 압축강도는 수중 표준양생의 경향과 유사한 경향을 보여 화학적 침식용액의 종류에 따라 침식작용이 다르게 나타나고 있어 이에 대한 심도있는 연구가 필요할 것으로 사료된다.
- 4) 천연 및 재생골재의 화학안정성에 있어서 재생골재의 경우 천연골재와 비교해 화학적 침식현상이 현저하게 나타났으나, 콘크리트에 있어서 천연 및 재생골재 콘크리트의 공학적 특성은 유사한

경향을 나타냈다.

- 5) 본 실험의 결과로서 재생골재 콘크리트의 화학안정성을 고려할 경우, 골재의 구성측면에서 재생골재·재생굵은골재의 경우보다 천연골재·재생굵은골재의 구성조건이 유리하며, 배합요인으로서 W/C를 작게 하는 것이 유리할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. (財) 國土開發技術研究センター, 再生コンクリートの利用技術の開発, 1996.9
2. 日本 建設省 建築研究所, 廢棄物の建設事業への再利用技術に關する研究, 1986.3
3. 건설교통부, 건설산업 폐기물의 리사이클링 시스템 및 재활용 기술 개발에 관한 연구, 1997.8
4. 南相駟, 再生骨材 콘크리트의 工學的 特性에 관한 實驗的 研究, 忠南大學校 博士學位論文, 1995.2
5. 水上國男, 콘크리트構造物耐久性의 시리즈 『化學的 腐食』, 技報堂出版, 1986.4
6. 近田 孝夫 外, 耐酸性とセメント, セメント・コンクリート 1996.8
7. 笠井芳夫 外, 콘크리트의 實驗方法, 技術書院, 1993
8. 金武漢 外, 実機再活用プラントで生産された再生骨材の品質評価に關する研究, 日本建築學會大會學術講演梗概集 A-1, 日本建築學會(AIJ), 1998.9
9. 김무한 외, 폐기콘크리트를 활용한 재생골재의 각종 물성에 관한 실험적 연구, 한국폐기물학회지, 제15권 제3호, 1998.5
10. 金武漢 外, 再生骨材コンクリートの施工性及び工學的特性に關する實驗的研究(第2報), 日本建築學會大會學術講演梗概集 A-1, 日本建築學會(AIJ), 1994.9

요 약

최근 도시환경정비 및 재개발 사업으로 인한 건설폐기물의 급증과 천연골재의 고갈현상으로 건설 구조물의 해체공사시 발생하는 폐기콘크리트를 구조체에 재활용하려는 이용촉진 기술개발의 일환으로서, 재생골재 콘크리트의 실구조체 적용을 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 그러나, 재생골재 콘크리트를 실구조체에 적용시키기 위해서는 각종 유동 특성 및 공학적 특성과 함께 내구성의 검토가 병행되어야 하며, 특히 산성비, 토양의 산성화, 대도시 차량급증에 따른 대기오염의 심화 및 오·폐수 등에 의한 콘크리트구조물의 화학적 침식이 심각한 문제로 대두되고 있는 실정이기도 하므로 콘크리트의 내구성 중에서 화학안정성에 관한 연구가 수반되어야 할 필요성이 있다.

따라서, 본 연구는 각종 화학적 침식조건으로서 I 시리즈에서는 기초적인 골재의 화학안정성을 검토하였고, II 시리즈에서는 Na_2SO_4 용액에 대한 침식작용을 물시멘트비 수준 및 골재의 구성조건별로 천연 및 재생골재 콘크리트의 화학안정성을 검토하였다. 그리고 III 시리즈에서는 Na_2SO_4 와 H_2SO_4 용액에 대한 화학안정성을 비교·검토하여 재생골재 콘크리트의 실구조체 적용을 위한 기초자료로서 제시하고자 하였다. 재생골재 콘크리트의 화학안정성에 관한 본 실험결과, 물시멘트비는 작게 하고 골재의 구성조건은 천연 및 재생골재를 혼합하여 사용하는 것이 유리할 것으로 사료되며, 침식화학용액에 있어서는 H_2SO_4 용액에 대한 화학안정성이 낮은 것으로 나타났다.

(접수일자 : 1998. 12. 24)