

## 骨材로써 폐콘크리트를 사용한 콘크리트의 基本的인 實驗 特性

†具奉權\* · 羅載雄\*\* · 申才在\*\*\* · 朴在成\*\*\*\*

\*忠北大學校 工科大學 土木工學科 教授  
\*\*韓國道路公社 中部 1建設事業所 第6工區  
\*\*\*韓國道路公社 道路處 構造物팀 構造物診斷部  
\*\*\*\*忠北大學校 大學院 土木工學科

### Basic Experimental Properties of Concrete using Waste Concrete as Aggregate

†Bong-Kuen Koo\*, Jae-Woong Rha\*\*, Jae-In Shin\*\*\* and Jae-Seung Park\*\*\*\*

*\*Department of Civil Engineering, Chungbuk National Univ.*

*\*\*Department of Construction, Korea Highway Corporation, Jungbu 1 Construction Office, the 6th Section*

*\*\*\*Department of Structure Diagnosis, Korea Highway Corporation,  
Road Maintenance Division, Structure Management Team*

*\*\*\*\*Department of Civil Engineering, Chungbuk National Univ.*

#### 요 약

본 연구는 재생골재를 콘크리트의 구조체로 이용하기 위한 기본적인 공학적 특성을 고찰하는데 목적이 있다. 구조체의 일부로 사용할 경우 내구성과 인성, 특히 강도에 문제가 발생하므로 혼합 물질간의 최적배합비를 산출할 필요성이 있고, 원콘크리트의 물성과 생산방법에 따라 공학적 특성이 다르므로 원콘크리트에 대한 데이터베이스와 생산방법의 차이에 따른 재생골재의 역학특성을 재고할 필요가 있다. 따라서, 본 연구는 콘크리트 구조체의 한 구성원으로 사용된 재생골재의 성분을 물리적·화학적 방법을 통해 분석한 후, 총 21계열의 콘크리트 공시체를 제작하여 압축강도를 비롯한 여러 실험값을 산출하여 그 상관관계를 연구하였다. 본 연구 결과는 재생골재를 사용한 구조체의 해석, 설계 및 시공에서 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

주제어: 재생골재, 폐콘크리트, 재생골재콘크리트, 회귀분석식

#### ABSTRACT

In this study, various mechanical properties of concretes employing waste concrete as aggregate were examined. These concretes were obtained by mixing seven types of aggregate for different ratios. So, the experimental variables are the kinds of aggregates (some different aggregate compositions) and W/C ratio (0.40, 0.45, 0.50). From experimental results, the reliable regression analysis equations between compressive strength and various experimental data for recycled aggregate concrete are presented. Consequently, this study was accomplished to investigate basic engineering properties of recycled aggregate concrete using waste concrete.

**Key words:** Waste concrete, recycled aggregate, recycled aggregate concrete, regression analysis equation

#### 1. 서 론

현재 발생되고 있는 폐콘크리트의 양은 건설폐기물

발생량의 50%정도인 연간 약 1000만톤<sup>1)</sup>이상으로 추정되고 있다. 앞으로 도시 개발의 가속화와 재개발 사업의 급속한 팽창으로 폐콘크리트와 같은 건설 부산물의 양이 급격히 증가될 것으로 예상되기 때문에 건설 부산물 처리의 어려움은 날로 가중될 것이다. 현재 건설 분

† 2000년 9월 22일 접수, 2001년 2월 2일 수리

\* E-mail: bkkoo2378@yahoo.co.kr

야가 국가 GNP 점유율의 상당량을 차지하고 있고, 대형 프로젝트인 주택사업, 신공항건설, 고속철도 및 도시 재개발 사업 등 국가기간사업계획 등이 추진되는 상향으로 볼 때 이에 수반되는 건설 폐기물의 양도 급격히 증가할 것으로 예상된다.

최근 폐콘크리트의 국내·외 연구동향을 살펴보면, 1980년대 Nixon<sup>2)</sup>이 재생콘크리트 재활용 사례를 발표하였고, Hansen<sup>3)</sup>은 재생골재를 포함하는 콘크리트에서의 혼화제의 영향과 재생콘크리트(이하 재생콘크리트라 약칭)의 탄성과 건조수축 및 토질 개선재료로서 파쇄골재를 재활용하는 방안에 관한 연구를 하였다.

1990년대에 접어들면서 Ravindrajah<sup>4)</sup> 등은 재생골재 콘크리트의 품질을 향상시킬 수 있는 근본적인 방법을 연구하였다. 이러한 재생콘크리트는 유럽 및 북미를 중심으로 오래 전부터 관심을 보여 많은 연구가 이루어지고 있지만, 국내에서의 폐콘크리트에 대한 연구는 1980년대 김<sup>5)</sup>등이 건설폐기물의 재활용에 관한 연구결과를 발표하면서, 본격적으로 건설폐기물의 재활용 연구에 관심을 갖기 시작하였다. 현재는 건설 폐기물 중 재활용 가능성이 높은 폐콘크리트를 중심으로 몇몇 대학과 여러 기관에서 연구가 진행 중에 있지만, 아직 초기단계에 머물러 있는 실정이며 실용화를 위한 자료구축이 되어 있지 않은 상태로서 토목분야와 건축분야 위주로 연구가 진행되고 있는 실정이다.

따라서, 본 연구의 목적은 여러 가지 건설 폐기물 중에서도 재활용 가능성이 높고 구조물 해체시 다량으로 얻어지는 폐콘크리트를 건설공사에 재이용하기 위해서 재생골재를 사용한 재생콘크리트의 역학적 특성을 규명함으로써 향후 구조체 콘크리트의 적용을 위한 기초적 자료를 제시하고자 하는 것이다.

## 2. 재생콘크리트의 역학적 특성 실험

실험변수는 골재구성과 물-시멘트비(W/C)를 고려하

였으며, 골재 구성의 경우 부순돌·강모래, 재생굵은골재A·강모래, 재생굵은골재B·강모래, 재생굵은골재C·강모래, 재생굵은골재A·재생잔골재A, 재생굵은골재B·재생잔골재B, 재생굵은골재C·재생잔골재C의 총 7가지로 구성하였다. 각각의 골재구성에 대하여 물-시멘트비는 40, 45, 50%의 3종류로 하였고, 잔골재율(S/a)은 40%로 고정하였다.

굵은 콘크리트에 대해 압축강도, 초음파 속도, 반발도, 정탄성계수의 측정항목을 고려하였다.

한편, 실험결과로부터 재생골재를 구조용 콘크리트로 활용가능한지 여부와 적절한 W/C, 그리고 골재 구성을 제안하기 위해 부순돌과 강모래의 조합을 기준으로 비교·분석하였다.

### 2.1. 재료 특성

본 실험에 사용된 시멘트는 KS L 5201에 규정된 비중이 3.15인 국내 A社의 보통 포틀랜드 시멘트이다.

사용 굵은골재와 잔골재의 종류와 생산방법은 Table 1 과 같다.

재생골재를 자세히 살펴보면 시멘트 풀이 벗겨진 굵은골재, 시멘트 풀이 부착된 굵은골재, 순수 모르타르

Table 1. Classification of used aggregates according to crushing method

Present con. Class.	Site	Crushing method
Crush stone	Chungbuk Cheongwon	Jaw-crusher
Natural sand	Chungbuk Bukang	-
Recy. aggre. A	Kyungbuk Kyungsan	Impact-crusher (1st) Cone crusher (2nd)
Recy. aggre. B	Kyungnam Kimhae	Jaw-crusher (1st) Impact-crusher (2nd)
Recy. aggre. C	Taejon Yuseong	Impact-crusher

Table 2. Physical properties of used coarse aggregate

Class.	Label	S.G.	Absorption (%)	Unit weight (kgf/m <sup>3</sup> )	Abrasion (%)	F.M.	
Crush stone	G	2.60	3.08	1,552	28.0	6.76	
R.C.A.- A	A	R	2.32	9.10	1,251	39.5	6.71
R.C.A.- B	B		2.31	8.74	1,339	40.0	8.32
R.C.A.- C	C		2.28	8.43	1,327	43.5	7.35

Note; S.G. : specific gravity, F.M. : fineness modulus, R.C.A. : recycled coarse aggregate

Table 3. Physical properties of used fine aggregate

Class.	Label	S.G.	Absorption (%)	Unit weight (kg/m <sup>3</sup> )	F.M.
Sand	s	2.50	0.93	1,686	2.57
R.F.A.- A	a	r	2.29	1,387	3.59
R.F.A.- B	b		2.22	1,343	3.56
R.F.A.- C	c		2.30	1,387	2.80

Note; R.F.A. : recycled fine aggregate

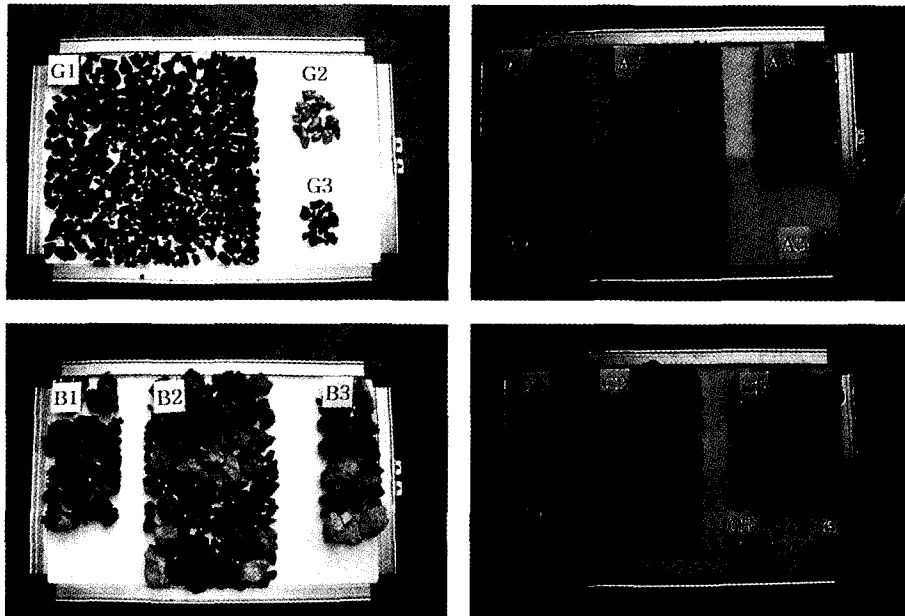


Fig. 1. Types of recycled aggregates.

이루어진 덩어리, 그리고 잡물 등으로 크게 구분할 수가 있으며, 각 부류에서도 그 특성에 다소의 차이를 나타낸다. 따라서, 재생골재의 사용자는 재생골재에서 순수 굵은골재 부분만을 골라내지 않는 한 이러한 문제는 감수할 수밖에 없을 것이다.

본 연구에 사용된 굵은골재와 잔골재의 물리적 성질은 Table 2 및 Table 3 과 같고, 골재는 표면건조상태를 유지하여 실험하였다.

Table 2 와 3 에서 부순돌의 마모감량과 강모래의 흡수율이 각각 28%, 약 1%인 반면, 재생골재의 마모감량과 흡수율의 값은 부순돌이나 강모래에 비해서 상대적으로 많아 이는 재생골재 입자에 붙어 있는 오래된 모르타르에 기인하는 것으로 판단되었다. 한편, 부순돌(G),

재생골재 A, B, C에 대해 시료채취기로 표본 시료를 채취하고 각 성분의 전체 시료 중량에 대한 구성(Fig. 1) 비를 Table 4 에 나타내었으며, 이들에 대한 성분 분석을 실시하였다.

이를 위해 성분 분석기 EDS(Energy Dispersive Spectroscopy)를 사용하였으며, 부순돌 및 A1, B1, C1의 골재는 대부분 시멘트 풀을 거의 포함하지 않은 골재이므로 주로 Si 성분이 주성분을 이루고 있다. A3, B3, C3는 대부분 시멘트 모르타르이므로 Si 성분과 Ca 성분이 주성분을 이루고 있으며, A4, C4는 적벽돌의 파쇄분이므로 Si 성분이 주성분을 이루고 있고, C5는 아스콘이므로 Ca가 주성분을 이루고 있으나 A5는 아스콘 성분임에도 불구하고 Si가 많아 골재성분이 크게 분포하고

**Table 4.** Shape and composition ratio of experimental aggregate

Class.	Shape	Component	Ratio (%)
Crush stone	G1	Natural rock a	93.6
	G2	Natural rock b	4.2
	G3	Natural rock c	2.2
	Total		100.0
Recy. aggre. A	A1	Natural rock contented a little cement paste	32.0
	A2	Mixture shape of A1 and A3	44.7
	A3	Mortar ingredient	20.0
	A4	Mortar ingredient (red color)	2.1
	A5	Asphalt concrete ingredient	1.2
	Total		100.0
Recy. aggre. B	B1	Natural rock contented a little cement paste	21.4
	B2	Mixture shape of B1 and B3	59.9
	B3	Mortar ingredient	18.7
	Total		100.0
Recy. aggre. C	C1	Natural rock contented a little cement paste	11.5
	C2	Mixture shape of C1 and C3	46.6
	C3	Mortar ingredient	35.0
	C4	Mortar ingredient(red color)	4.2
	C5	Asphalt concrete	2.3
	C6	porous mortar	0.2
	Total		100.0

있는 아스콘으로 사료된다.

**2.2. 배합설계**

배합설계는 목표슬럼프값을 15±1 cm로 설정하고, 혼화제를 첨가하기 전에 슬럼프값이 8±1 cm가 되는 때의 단위수량값을 기준으로 재료의 단위량을 결정하였다(96년 콘크리트표준시방서 공통부분 시공편 4.7조항). 이때 소정의 고성능 유동화제(이하 S.P.라 약칭)가 목표 슬럼프값을 만족시키기 위해 사용되었다. 최종 배합설계표는 Table 5 와 같다.

**2.3. 실험방법 및 실험기기**

굳은 콘크리트 실험에서 콘크리트의 압축강도를 측정하기 위해서 日本 Shimadzu社의 100 ton 용량의 유압식 만능시험기를 사용하였다. 원주형 압축공시체(φ15×30 cm)에는 종방향에 2개의 스트레인 게이지를

부착하여 응력-변형을 관계와 정탄성계수 등을 구하였다. 본 연구에서는 KS F 2405(콘크리트의 압축강도 시험방법)에 따라 시험용 공시체 높이의 중앙에서 서로 직교하는 두 방향의 지름을 0.01 mm의 정밀도로 측정하여 그 평균값을 구하여 공시체의 단면적을 계산하였다. 본 연구에서는 영국 C.N.S社의 PUNDIT로 초음파 단자에서 발진한 Pulse가 시료를 통하여 수신 단자에 가장 빨리 도달한 시간을 전달시간으로 하고, 양단자간의 거리에 대하여 초음파속도를 계산하였다. 콘크리트의 반발경도는 보통 콘크리트용 N형 슈미트 해머를 사용하여 측정하며 이로부터 추정한 압축강도와 실측에 의한 압축강도를 비교 검토하였다. 공시체에 3 cm 간격으로 표시한 다음 타격각도를 -90°로 하여 타격하였다. 수중양생을 실시하고 콘크리트를 건조시키지 않고 측정하였으므로, 타격각도에 의한 보정값(ΔR)을 +5로 하였다.

Table 5. Mix proportion of concrete

Class.	W/C (%)	S.P. adding (%)	W (kg)	Unit weight (kgf/m <sup>3</sup> )		
				C	F.A.	C.A.
Gs	40	0.3	197	493	627	978
As		0.3	211	528	602	837
Bs		0.28	203	508	616	854
Cs		0.3	205	513	612	838
Aa		0.3	215	538	544	827
Bb		0.34	235	588	496	774
Cc		0.3	220	550	539	801
Gs		45	0.3	188	418	659
As	0.28		204	453	632	880
Bs	0.32		190	422	656	909
Cs	0.3		192	427	653	893
Aa	0.3		210	467	570	866
Bb	0.34		218	484	540	843
Cc	0.3		205	456	580	862
Gs	50		0.3	185	370	678
As		0.28	198	396	656	914
Bs		0.25	185	370	678	939
Cs		0.32	187	374	674	922
Aa		0.3	205	410	591	898
Bb		0.3	210	420	566	882
Cc		0.3	190	380	616	916

Note; Alphabet capitals are coarse aggregates, small letters are fine aggregates (for example, Aa are mixture of re-cycled coarse aggregate A and recycled fine aggregate a), F.A. : fine aggregate, C.A. : coarse aggregate, s : sand, S.P.:superplasticizer) S/a=40%, Slump=15±1 cm

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1. 압축강도의 변화검토

Fig. 2 와 Fig. 3 에서 부순돌 · 강모래조합(Gs)의 재령 28일 압축강도는 329~364 kgf/cm<sup>2</sup>인데 비해 재생굼은골재 · 강모래조합(Rs)에서는 315~356 kgf/cm<sup>2</sup>이므로 Gs 압축강도의 약 95% 정도의 압축발현을 나타내어 굼은골재가 재생골재로, 잔골재가 강모래로 쓰여질 때는 압축강도면에서는 거의 같았다. 또한, 재생굼은골재 · 재생 잔골재조합(Rr)에서는 압축강도가 238~340 kgf/cm<sup>2</sup>으로 Gs 압축강도의 약 83% 정도의 압축강도를 나타내는 반면, Rs의 압축강도에 비해서 약 86% 정도로 나타났다.

물-시멘트비에 따른 경향을 살펴보면 물-시멘트비가 증가할수록 모든 경우에서 압축강도가 작게 나타났고 재생골재로 조합된 콘크리트의 경우 초기강도면에서 Gs 에 비해 큰 차이가 나타남을 알 수 있었다.

한편, 각 변수별 실험결과를 Table 6 에 나타내었다.

#### 3.2. 초음파속도와 반발경도의 변화 검토

물-시멘트비가 감소함에 따라 초음파속도는 대체적으로 증가하고 있다. 초음파속도와 압축강도의 상관관계는 Fig. 4 에서 비례적인 관계를 보였고 이들의 상관관계를 선형회귀분석하여 제시하였다.

Fig. 4 에서 볼 수 있듯이 Rs나 Rr에서 상관관계식의 결정계수 값이 대체로 약 0.8정도로 초음파 속도로 압축강도를 추정할 수 있었다.

반발경도의 경우 전반적으로 물-시멘트비가 40%인 재생골재콘크리트가 물-시멘트비가 50%인 경우보다 높은 반발경도를 나타냈으며, 부순돌과 강모래를 사용한 보통콘크리트의 경우와 비교해 보면 전체적으로 약 90%이상의 반발경도를 나타냈다.

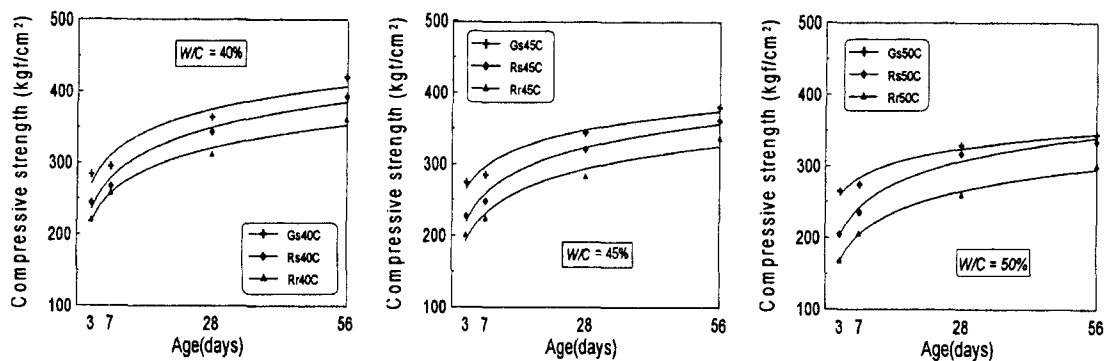


Fig. 2. Variation of compressive strength by curing age.

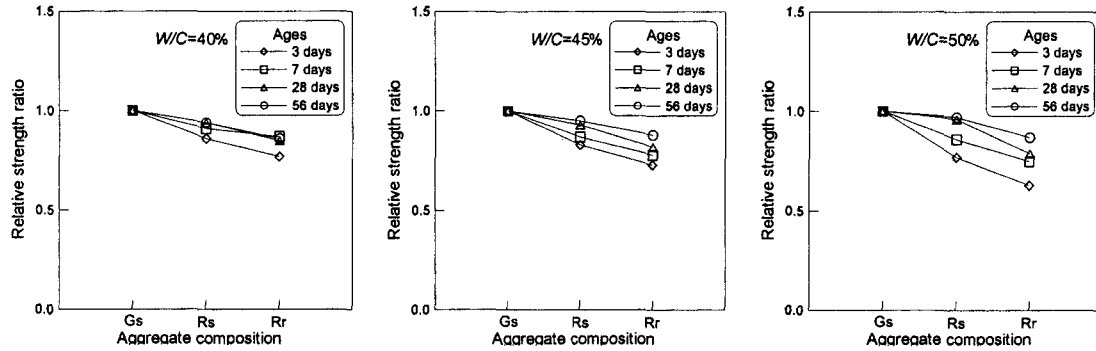


Fig. 3. Variation of relative strength ratio strength by aggregate composition.

Table 6. Test results of hardened concrete

Class.	W/C (%)	Com. s.(kgf/cm <sup>2</sup> )				Ten. s.	Flex. s.	Ultra sonic.				Rebou. n.				Unit w.	D.M.	S.M.
		3d	7d	28d	56d	(kgf/cm <sup>2</sup> )	(kgf/cm <sup>2</sup> )	(km/sec)	3d	7d	28d	56d	3d	7d	28d	56d	(t/m <sup>3</sup> )	(x10 <sup>5</sup> kg/cm <sup>2</sup> )
Gs	40	284	295	364	420	22.8	56.8	4.43	4.51	4.57	4.60	32	34	36	38	2.44	4.64	3.20
As		252	280	356	409	22.4	55.7	4.28	4.42	4.49	4.50	30	32	33	34	2.42	4.46	3.11
Bs		244	266	336	382	18.9	52.0	4.19	4.26	4.39	4.40	28	30	32	33	2.37	4.16	2.95
Cs		235	257	338	389	19.4	45.9	4.16	4.21	4.40	4.40	27	29	32	33	2.38	4.21	2.78
Aa		228	262	340	383	17.0	47.9	4.01	4.25	4.48	4.48	26	29	33	33	2.39	4.41	2.99
Bb		218	255	293	350	16.2	42.5	3.97	4.20	4.38	4.39	23	26	30	30	2.33	4.07	2.72
Cc		215	254	299	347	17.0	44.6	3.90	4.19	4.40	4.40	22	26	30	31	2.34	4.14	2.62
Gs	45	274	285	344	380	19.9	54.4	4.41	4.44	4.53	4.57	30	33	33	35	2.39	4.52	3.13
As		232	267	319	360	18.0	49.9	4.14	4.34	4.48	4.50	27	31	32	33	2.38	4.31	2.86
Bs		232	244	323	360	16.1	48.2	4.10	4.20	4.30	4.32	27	29	30	30	2.32	4.01	2.75
Cs		218	232	321	362	16.8	44.5	4.09	4.16	4.32	4.32	26	27	31	31	2.34	4.05	2.59
Aa		217	231	305	347	15.8	46.2	3.95	3.98	4.45	4.46	24	27	29	32	2.32	4.24	2.86
Bb		199	220	271	330	15.4	39.8	3.79	3.80	4.25	4.30	21	24	29	30	2.27	3.78	2.62
Cc		183	219	270	331	15.2	41.1	3.80	3.95	4.31	4.31	20	23	27	28	2.29	3.99	2.44
Gs	50	265	274	329	344	17.8	44.6	4.39	4.41	4.52	4.52	25	30	32	33	2.35	4.45	2.96
As		220	251	315	334	16.6	41.3	4.04	4.23	4.45	4.47	23	29	30	31	2.36	4.07	2.68
Bs		220	234	317	333	14.7	41	4.05	4.13	4.29	4.30	25	27	29	29	2.28	3.82	2.42
Cs		174	219	318	334	15.7	36	4.04	4.11	4.30	4.31	24	25	30	30	2.30	3.88	2.39
Aa		177	210	273	311	15.0	36	3.73	3.90	4.43	4.44	20	23	30	31	2.27	4.07	2.68
Bb		167	205	238	291	13.3	34.4	3.75	3.96	4.21	4.28	19	21	27	29	2.25	3.68	2.41
Cc		159	201	265	298	14.6	35.8	3.61	3.85	4.28	4.29	19	21	28	29	2.26	3.74	2.25

Notes; Com. : compressive, Ten. : tensile, Flex. : flexural, s. : strength, Ultra sonic. : ultra sonic pulse velocity, Rebu. n. : rebound number, Unit w. : unit weight, D.M. : dynamic modulus of elasticity, S.M. : static modulus of elasticity

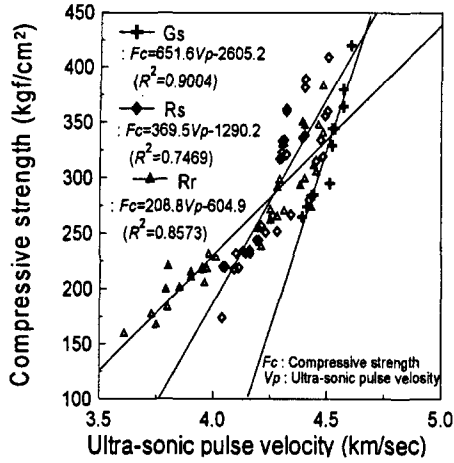


Fig. 4. Correlation between compressive strength and ultra-sonic pulse velocity.

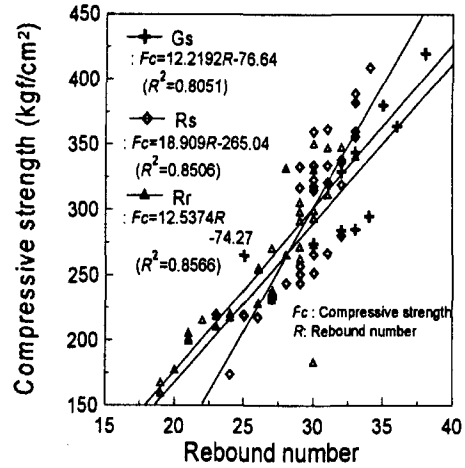


Fig. 5. Correlation between compressive strength and rebound number.

Fig. 5는 압축강도와 반발경도의 상관관계를 각 물-시멘트비와 재령일에 관계없이 골재구성조합과 관련하여 그 평균값들을 가지고 도시한 것이다. 결정계수값은 대부분 0.80이상으로, 반발경도로 압축강도의 추정이 가능하다고 판단된다.

한편, 초음파속도와 반발경도, 각각의 결과로 콘크리트의 강도예측은 신뢰성이 다소 떨어지므로 이 두 실험 결과를 조합한 강도예측이 일본 건축학회 매뉴얼에 의한 강도 추정식( $F_c=8.2R+296V-1094$ ) 또는 다니카와(谷川)등의 강도 추정식( $F_c=11.8R+129V-642$ )에서 검증된 바 있어 본 논문에서는 Minitab<sup>®</sup>을 이용한 회귀분석 방법을 통하여 여러 인자를 동시에 투입하는 동시투입방식(ENTER)에 의한 다중회귀분석을 한 결과 식(1), (2)와 같은 관계식을 도출하였다. 식(1)과 (2)는 각각 재생

굵은골재·강모래조합(Rs)과 재생굵은골재·재생잔골재조합(Rr)에 대한 초음파속도와 반발경도 측정시 압축강도의 추정식이다. 초음파속도와 반발경도 2개의 인자가 동시에 투입됨으로써 각 식에 대한 상관계수는 Rs가 87%, Rr이 89%이며, 2개 인자의 유의도가 설정한 유의수준 0.05보다 작게 나타나 각 골재조합에서 2개의 인자 모두 압축강도에 영향력이 있는 것으로 나타났다.

$$F_{c(Rs)} = -789 + 183V_p + 10.1R \quad (1)$$

$$F_{c(Rr)} = -291 + 79.2V_p + 8.47R \quad (2)$$

여기서,  $F_c$  : 압축강도 (kgf/cm<sup>2</sup>)  
 $V_p$  : 초음파속도 (km/sec)  
 $R$  : 반발경도

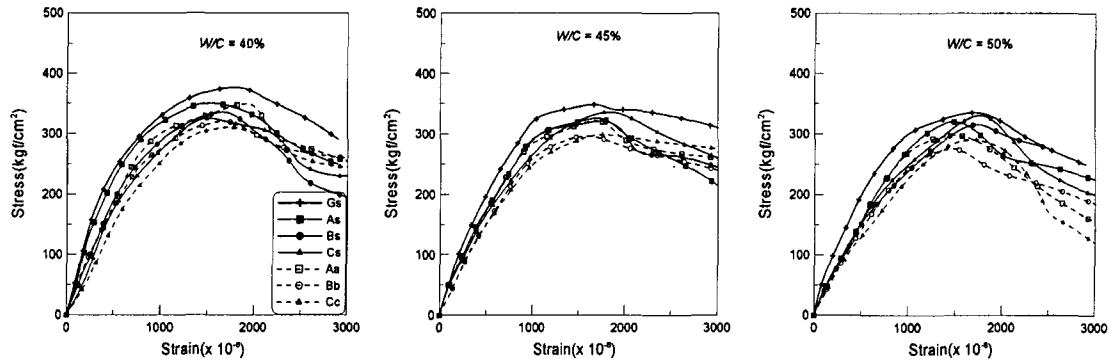


Fig. 6. Curve of stress and strain.

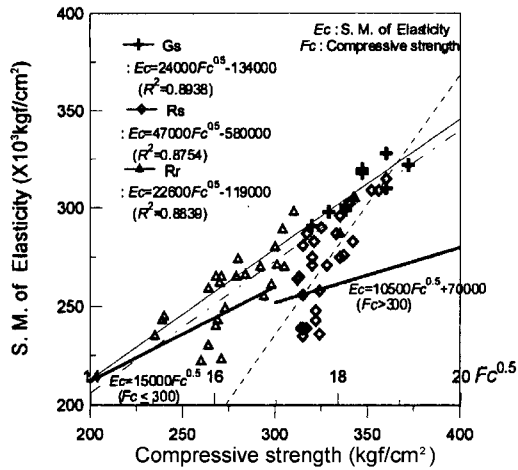


Fig. 7. Correlation between compressive strength and static modulus (S.M.) of elasticity.

### 3.3. 응력 - 변형률관계와 정탄성계수의 검토

Fig. 6 은 W/C=45%에서 각 골재 구성에 대한 응력-변형률곡선을 도시한 것이다. 각 골재구성조합별 응력-변형률관계에서 변형률은 약  $(1\sim2)\times 10^{-3}$ 의 분포 내에서 최대압축강도를 나타내었으며, 물-시멘트비가 작고, 골재의 조합이 Gs, As, Bs, Cs, Aa, Bb, Cc의 순으로 응력-변형률곡선의 초기 기울기가 완만하게 나타났다. 이는 초기 압축강도가 재생콘크리트의 경우 다소 떨어짐을 보여준다. 한편, 강도가 클수록 최대응력점 이후의 응력 하강곡선의 기울기는 재생골재로 제조된 골재구성이 천연 골재의 구성보다 대체적으로 더 크게 나타나 인성면에서도 약간 열세임을 알 수 있다.

Fig. 7 은 압축강도와 정탄성계수의 상관관계를 각 물-시멘트비와 재령일에 관계없이 골재구성조합과 관련하여 도시한 것이다. 압축강도 측정시 정탄성계수를 추정하는 선형회귀방정식의 결정계수는 약 75%이상으로 나타났다. 재생골재를 사용한 골재구성조합의 정탄성계수는 Gs의 정탄성계수와 비교할 때 평균적으로 약 86%이상의 값을 나타냈다.

## 4. 결 론

본 연구에서는 폐콘크리트를 파쇄하여 얻은 재생골재로 재생콘크리트를 제작, 똑같은 조건에서 제작한 일반 부순돌콘크리트와 비교하여 역학적 특성에 관한 실험적 연구를 수행한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 재생굵은골재·강모래조합(Rs) 콘크리트의 28일 압축강도는 315~356 kgf/cm<sup>2</sup>로 일반 콘크리트 28일 압축강도의 약 95% 정도에 해당하는 압축강도 발현을 나타내어서, 재생굵은골재·강모래조합은 일반구조용 재료로 충분한 실용성이 있는 것으로 사료되었다.
2. 재생굵은골재·재생잔골재조합(Rr) 콘크리트의 인장 및 휨강도는 일반 콘크리트의 약 80%, 재생굵은골재·강모래조합(Rs)은 약 90% 내외 수준으로 나타났다.
3. 실험에 사용된 재생골재조합(Rs, Rr)의 여러 실험 결과값을 토대로한 선형 및 다중회귀분석 결과 비교적 신뢰성 있는 압축강도와 정탄성계수 추정식을 제시하였다.
4. 여러 가지 기초 실험을 토대로 재생골재의 활용가치가 입증되었다고 사료되지만, 불특정 다수 지역에서 발생한 폐콘크리트를 재생골재생산업체에서 골재로 생산하기 때문에 철저한 실험을 통하여 최적의 배합설계를 수행하여야 할 것이다.

## 감사의 글

본 연구는 '98 건설교통부의 연구비 지원(과제명 : 건설폐기물의 재활용 및 처리기술)에 의하여 수행되었으며, 연구비를 지원해 주신 건교부 관계자 당국에 감사드립니다.

## 참고문헌

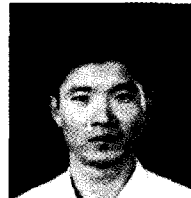
1. 환경부 : "전국 폐기물 발생 및 처리현황('98)" (1999).
2. Nixon, P. J. : "Recycled Concrete as an Aggregate for Concrete—a Review", *Materials and Structures, Research and Testing*, 11(65), pp. 371-378 (1980).
3. Hansen, T. C., and Boegh, E. : "Elasticity and Drying Shrinkage of Recycled-aggregate Concrete", *ACI Journal*, No. 82-56, pp. 648-652 (1985).
4. Ravindrajah, R. S., and Tam, C. T. : "Method for Improving the Quality of Recycling Aggregate Concrete", *Proceedings, 2nd International Symposium by RILEM*, Chapman and Hall (1992).
5. 김무한 외 "잔·굵은골재로서 폐콘크리트를 사용한 콘크리트에 관한 실험적 연구", 대한건축학회 학술발표 논문집, 6(1), (1986).
6. 전용진 : "Minitab을 활용한 통계자료분석", 학문사, pp. 318-346 (1996)





**具 奉 權**

- 1962년 한양대학교 토목공학과 학사
- 1966년 한양대학교 토목공학과 석사
- 1978년 한양대학교 토목공학과 박사
- 현재 충북대학교 토목공학과 교수



**申 才 芒**

- 1990년 충북대학교 토목공학과 학사
- 1992년 충북대학교 토목공학과 석사
- 1999년 충북대학교 토목공학과 박사 수료
- 현재 충북대학교 토목공학과 박사과정 한국도로공사 도로처 구조물팀 구조물진단부 대리



**羅 載 雄**

- 1987년 충북대학교 토목공학과 학사
- 1991년 충북대학교 토목공학과 석사
- 1995년 충북대학교 토목공학과 박사 수료
- 현재 한국도로공사 중부1건설사업소 6공구 주감독



**朴 在 成**

- 1997년 충북대학교 토목공학과 학사
- 1999년 충북대학교 토목공학과 석사
- 현재 충북대학교 토목공학과 박사과정

**《 광 고 》** 본 學會에서 發刊한 자료를 판매하오니 學會사무실로 문의 바랍니다.

- \* EARTH '93 Proceeding(1993) 457쪽, 價格 : 20,000원  
(International Symposium on East Asian Recycling Technology)
- \* 자원리사이클링의 실제(1994) 400쪽, 價格 : 15,000원
- \* 학회지 합본집 I, II, III 價格 : 40,000원, 50,000원(비회원)  
(I: 통권 제1호~제10호, II: 통권 제11호~제20호, III: 통권 제21호~제30호)
- \* 한·일자원리사이클링공동워크샵 논문집(1996) 483쪽, 價格 : 30,000원
- \* 한·미자원리사이클링공동워크샵 논문집(1996) 174쪽, 價格 : 15,000원
- \* 자원리사이클링 총서I(1997년 1월) 311쪽, 價格 : 18,000원
- \* 日本의 리사이클링 産業(1998년 1월)395쪽, 價格 : 22,000원, 발행처-文知社
- \* 리사이클링백서(자원재활용백서) 440쪽 價格 : 15,000원 "