

## 잔골재로 폐유리를 혼입한 콘크리트의 물리·역학적 특성에 관한 실험적 연구

박승범<sup>1)\*</sup> · 조청휘<sup>1)</sup> · 김정환<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>충남대학교 토목공학과

(2001년 1월 29일 원고접수, 2001년 3월 17일 심사완료)

### Experimental Study on Physical and Mechanical Properties of Concrete with Fine Waste Glass

Seung-Bum Park<sup>1)\*</sup>, Chung-Whi Cho<sup>1)</sup>, and Jeong-Hwan Kim<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Dept. of Civil Engineering, Chungnam National University, Daejeon, 305-764, Korea

(Received January 29, 2001, Revised March 17, 2001)

#### ABSTRACT

Recently, as industrialization is rapidly growing and the standard of life is rising, the quantities of waste glasses have been hastily increased and most of them are not recycled but abandoned. It cause some problems such as the waste of natural resources and environmental pollution. Therefore, this study was conducted basic experimental research to analyze the possibilities of recycling of waste glasses(crushed waste glasses outbreaking from our country such as amber, emerald-green, flint and mixed) as fine aggregates for concrete. Test results of fresh concrete, slump and compacting factors decrease because grain shape is angular and air content increase due to involving small size particles so much in waste glasses. Also compressive, tensile and flexural strengths decrease with increase of the content of waste glasses. In conclusion, the content of waste glasses below 30% is reasonable and usage of pertinent admixture is necessary to obtain workability and air content.

**Keywords :** waste glass, recycling, compressive strength, tensile strength, flexural strength

## 1. 서 론

유리란 일반적으로 규사, 소다회, 탄산석회 등의 혼합물을 고온에서 녹인 후 냉각하는 과정에서 결정화가 일어나지 않은 채 고체화되면서 생기는 투명도가 높은 물질로서 판유리, 병유리, 유리용기, 전구, 진공관유리 등으로 제품화되어 우리생활에 널리 사용되고 있다<sup>1)</sup>.

국내의 연간 유리 총 생산량은 약 420만 ton이며 이 중 약 36%가 창유리 등에 사용하는 판유리, 6%가 유리섬유 제품, 58%가 병등의 용기를 포함한 소모적 유리제품으로 사용되고 있다<sup>2)</sup>. 그러나 최근 도시화와 산업화에 따라 폐유리의 발생량은 98년에 613,000 ton, 99년에는 692,000 ton으로 계속 증가하고 있어 사회문제 및 환경문제로 대두되면서 폐유리의 적정처리 및 재활용 문제가 사회적 관심사로 대두되고 있다<sup>2,3)</sup>. 외국의 경우 오래전부터 폐유리병 재활용에 노력하여 왔으며 알코올음료, 청량음료, 조미료, 우

유 등의 병류는 대부분 공병으로 회수하고 세정하여 재이용하는 병회수 방식이 정착되어 있으며 깨진 병, 약품병, 화장품병 등도 파쇄, 용융시켜 재 이용하거나 도로포장재, 블록원료, 유리대리석, 유리타일, 유리섬유, 발포용 경량골재 등으로 재이용하고 있다<sup>4~14)</sup>. 우리나라도 외국과 마찬가지로 공병을 회수하여 재이용하고 있으며 수집된 일회용 폐유리병은 선별하여 원료로 사용하기 위한 파쇄과정을 거친후 이들 파쇄물을 대부분 신병제조의 원료로서 재활용 하고 있으나 그 양이 미비한 실정이다. 따라서, 본 연구에서는 국내에서 발생되고 있는 폐유리 중 대표적인 무색(Flint), 갈색(Amber), 녹색(Emerald-Green) 폐유리를 수집·파쇄한 것으로 콘크리트 및 건재용 2차제품을 위한 잔골재로서의 재활용 가능성을 분석하기 위하여 잔골재로 폐유리를 혼입한 콘크리트의 물리·역학적 특성에 관한 기초적 실험연구를 수행하였다.

## 2. 실험 개요

### 2.1 실험계획

\* Corresponding author

Tel : 042-821-5674 Fax : 042-822-6265

E-mail : park\_sb@cnu.ac.kr

본 연구에서는 Table 1에서 보는 바와 같이 먼저 폐유리를 콘크리트용 잔골재로 사용하기 위하여 폐유리를 파쇄한 잔골재의 비중, 입도, 흡수율, 실적률, 화학적 성분 등의 물리·화학적 특성을 분석하고 물-시멘트비 50%, 잔골재율 47%, 폐유리 잔골재의 혼입률 30%, 50%, 70%의 콘크리트를 제조하여 각각에 대한 물리·역학적 특성을 검토하였다.

## 2.2 사용재료

### 2.2.1 시멘트

시멘트는 국내 D사 제품의 보통포틀랜드시멘트를 사용하였으며 그 화학적 조성 및 물리적 성질은 다음의 Table 2와 같다.

### 2.2.2 잔골재 및 굵은골재

잔골재는 금강 상류에서 채취한 강모래와 굵은골재는 충남 금산 H사에서 생산되는 최대치수 25 mm의 부순돌을

사용하였으며 그 물리적성질 및 입도분포는 Table 3 및 Fig. 1과 같다.

### 2.2.3 폐유리

본 연구에서 사용된 폐유리는 유리병과 유리제품으로 광범위하게 사용되고 있는 Soda-Lime 계열의 폐유리로서 현재 국내에서 색깔별로 발생·수집되는 Amber(A), Emerald-Green(EG) 및 Flint(F) 폐유리를 한국자원재생공사 충남지사 홍성공장에서 6~20 mm로 파쇄한 것을 다시 소형크리셔를 이용하여 5 mm이하로 파쇄하여 폐유리 잔골재를 제조하였으며, 또한 세가지 색깔의 폐유리를 1:1:1로 혼합한 혼합형(M) 폐유리 잔골재를 제조하여 비교시험을 수행하였다.

### 2.2.4 혼화제

혼화제로서 AE감수제를 사용하였으며 그 특성은 Table 4와 같다.

Table 1 Conditions & variables of experiment

Conditions		Variables	
W/C(%)	S/a(%)	50	47
Replacement ratio of waste glass(%)		0, 30, 50, 70	
Target slump		15 cm	
Target air content		5 %	
Test items	Waste glass	Specific gravity Sieve analysis Fineness modulus Chemical composition Unit weight Water absorption Absolute volume	
	Fresh concrete	Slump Air content Compacting factor	
	Hardened concrete	Compressive strength Tensile strength Flexural strength (Age 1, 4, 13 weeks)	

Table 2 Chemical composition and physical properties of cement

Chemical composition									
SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>	Ig.loss	Total
21.24	5.97	3.34	62.72	2.36	0.13	0.81	1.97	1.46	100
Physical properties									
Specific gravity	Blaine (cm <sup>2</sup> /g)	Stability (%)	Compressive strength(kgf/cm <sup>2</sup> )						
			3days	7days	28days				
3.14	3,200	0.02	221	298	389				

Table 3 Physical properties of aggregates

Items	F.M.	Specific gravity	Absorption (%)	Unit weight (kg/m <sup>3</sup> )
Fine	2.68	2.65	1.40	1,650
Coarse	7.08	2.70	1.32	1,480

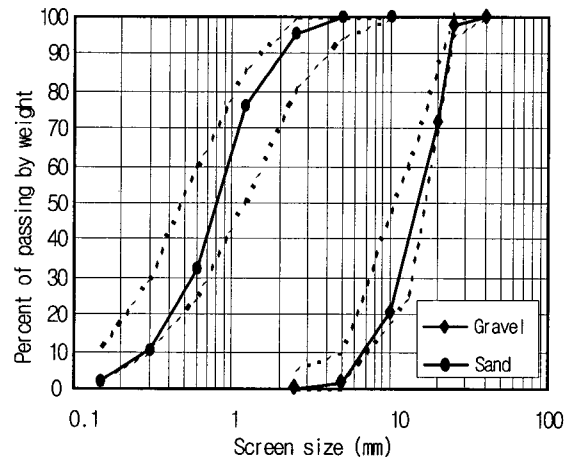


Fig. 1 Grading curves of aggregates

Table 4 Properties of admixture

Type	Colour	Main ingredient	Solid (%)	Specific gravity
AE Reducing agent	Dark brown	Napthalene	33	1.15±0.05

## 2.3 시험방법

### 2.3.1 폐유리 잔골재의 시험방법

폐유리를 파쇄하여 콘크리트용 잔골재로 적용하기 위하여 Table 5와 같은 항목과 시험방법에 준하여 폐유리 잔골재의 물리적 성질을 측정하였다.

### 2.3.2 폐유리 잔골재를 혼입한 콘크리트의 시험방법

폐유리 잔골재를 혼입한 콘크리트의 물리·역학적 특성을 평가하기 위하여 다음의 Table 6에 준하여 실험을 실시하였다.

Table 5 Test methods

Test items	Test method
Fineness modulus	KS F 2502
Specific gravity	KS F 2504
Water absorption	KS F 2504
Absolute volume	KS F 2505
Sieve analysis	KS F 2502
Unit weight	KS F 2505
Chemical composition	SEM & EDX

Table 6 Test method

Test items		Test method
Fresh concrete	Slump	KS F 2402
	Air content	KS F 2421
	Compacting factor	BS 1881
Hardened concrete	Compressive strength	KS F 2405
	Tensile strength	KS F 2423
	Flexural strength	KS F 2408

Table 7 Mix proportion of concrete

Mix type	W/C (%)	S/a (%)	Content of waste glass (%)	Unit weight(kg/m <sup>3</sup> )					
				C	W	G	S	WG	Ad.
Plain	50	47	0	380	190	914	796	0	3.8
A30			30				557	227	3.8
A50			50				398	378	3.8
A70			70				239	530	3.8
EG30			30				557	225	3.8
EG50			50				398	375	3.8
EG70			70				239	526	3.8
F30			30				557	225	3.8
F50			50				398	375	3.8
F70			70				239	526	3.8
M30			30				557	226	3.8
M50			50				398	377	3.8
M70			70				239	528	3.8

## 2.4 배합 및 믹싱

폐유리를 콘크리트용 잔골재로의 재활용 가능성을 분석하고자 Table 7과 같이 폐유리의 색깔 및 혼입률별로 배합설계를 수행하였으며, 믹싱은 50 l의 강제식 팬형 믹서를 사용하여 굵은골재, 시멘트, 잔골재, (물+혼화제)의 순서로 투입하여 1분 30초 동안 혼합하였다.

## 2.5 공시체의 제작

폐유리 잔골재를 혼입한 콘크리트의 재령 및 혼입률별 압축강도, 쪼갬인장강도, 휨강도 등의 역학적 특성을 평가하기 위하여 각각  $\phi 15 \times 30$  cm,  $\phi 10 \times 20$  cm,  $15 \times 15 \times 55$  cm의 공시체를 KS F 2403에 준하여 제작하고 24시간 기건양생 후에 탈형하고 소요의 재령까지  $20 \pm 3$  °C의 수중에서 표준양생을 실시하였다.

## 3. 실험결과 및 고찰

### 3.1 폐유리 잔골재의 물리·화학적 성질

#### 3.1.1 물리적 성질

파쇄된 폐유리를 콘크리트용 잔골재로서 사용하기 위한 물리적 시험결과는 Table 8과 같다.

이를 고찰하여 보면 폐유리의 색깔에 관계없이 조립률은 3.46~3.49, 비중은 2.50~2.52, 흡수량은 0.40~0.43%, 실적률은 60.90~62.60%로 나타났다.

또한, 단위용적중량은  $1,500 \text{ kg/m}^3$  이상으로 나타나 콘크리트 및 건재용 2차제품을 위한 잔골재로서 이용이 가능한 것으로 판단된다.

### 3.1.2 화학적성질

폐유리 잔골재의 SEM & EDX를 이용한 입형 및 화학적 성분분석 결과는 Table 9와 같다. 이를 고찰하여 보면 SiO<sub>2</sub>성분이 71.30~73.04 %로 가장 많고 그 다음으로 Na<sub>2</sub>O와 K<sub>2</sub>O 성분이 많이 함유된 것으로 나타났으며 폐유리 색깔에 따른 각 화학적 성분은 약간의 차이가 있는 것으로 나타났다. 또한, 입형은 폐유리 색깔에 관계없이 모가나 있어 워커빌리티에 상당한 영향을 미칠 것으로 판단된다.

Table 8 Physical properties of waste glass

Test Type	FM	Specific gravity	Water absorption (%)	Absolute volume (%)	Unit weight (kg/m <sup>3</sup> )
Amber	3.49	2.52	0.40	61.93	1559
Emerald green	3.48	2.50	0.41	61.78	1543
Flint	3.48	2.50	0.43	62.60	1551
Mixed	3.46	2.51	0.42	60.90	1527

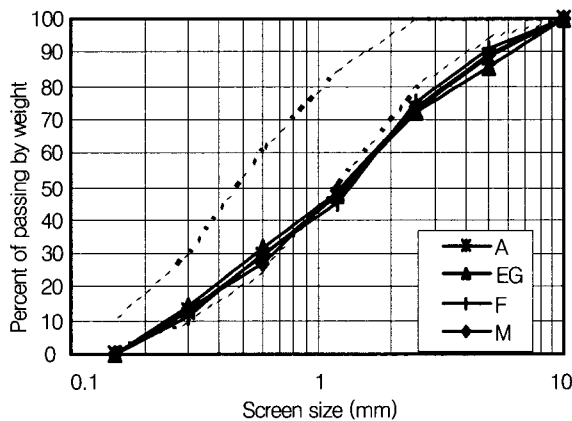


Fig. 2 Grading curves of waste glass

Table 9 Chemical composition of waste glass

Type	Emerald green glass (%)	Amber glass (%)	Flint glass (%)
SiO <sub>2</sub>	71.30	71.98	73.04
Al <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	2.18	1.74	1.81
Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	13.07	14.11	13.94
CaO+MgO	12.18	14.20	10.75
SO <sub>3</sub>	0.053	0.13	0.22
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.596	0.31	0.04
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.44	0.01	-
Grain shape	Angular	Angular	Angular

## 3.2 폐유리 잔골재를 혼입한 콘크리트의 역학적 특성

### 3.2.1 굳지 않은 콘크리트의 성질

폐유리 잔골재의 색깔 및 혼입률별 굳지 않은 콘크리트의 성질을 파악하고자 동일한 조건에서 슬럼프, 공기량, 다짐계수를 측정하였다.

#### 1) 슬럼프

폐유리 잔골재의 색깔 및 혼입률별 슬럼프 시험결과는 Fig. 3과 같다. 이를 고찰하여 보면 폐유리 잔골재의 혼입률이 30%, 50%, 70%로 증가할수록 폐유리 잔골재의 색깔에 관계없이 폐유리를 혼입하지 않은 콘크리트의 슬럼프에 비하여 각각 19.6~26.9%, 30.1~34.6%, 38.5~44.3%로 감소하는 경향을 나타내었다.

이러한 경향은 폐유리 잔골재의 혼입률이 증가할수록 폐유리 잔골재의 표면에 시멘트풀이 부착됨에 따라 콘크리트의 유동성을 부여하기 위하여 요구되는 시멘트풀량이 상대적으로 감소하고, 또한 모래보다 폐유리 잔골재의 입형이 모가나고 각이져 있고 상대적으로 유리입자가 모래보다 크기 때문에 콘크리트의 유동성을 감소시키는 것으로 판단된다. 그러나 폐유리 잔골재의 색깔에 따른 슬럼프의 현저한 영향은 나타나지 않았다. 따라서 유동성 확보를 위해서는 적정량의 혼화제를 사용하여 슬럼프 저하를 방지할 필요가 있다고 사료된다.

#### 2) 공기량

폐유리 잔골재의 색깔 및 혼입률별 공기량 시험결과는 Fig. 4와 같다. 폐유리의 잔골재의 혼입률이 30%, 50%, 70%로 증가할수록 폐유리의 색깔에 관계없이 폐유리를 혼입하지 않은 보통콘크리트의 공기량에 비하여 12.2~21.6%, 23.71~30.4%, 30.6~41.4%로 증가하였는데 이러한 경향은 폐유리 잔골재 입자중에 0.6 mm이상의 크기를 갖는 입자가 모래보다 상대적으로 많고 입자의 형상이 좋지 못하여 부피에 비하여 상대적으로 표면적이 증가하여 공기량이 증가하는 것으로 판단된다.

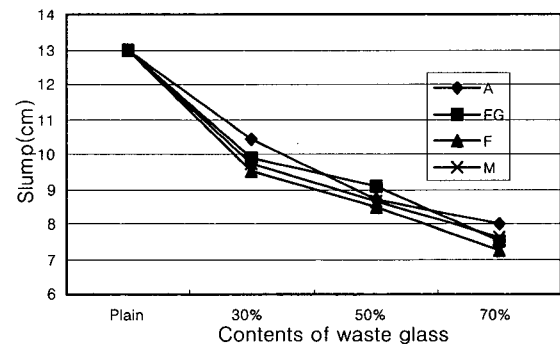


Fig. 3 Results of slump slump

### 3) 다짐계수

폐유리 잔골재의 색깔 및 혼입률별 다짐계수시험결과는 Fig. 5와 같다. 폐유리의 잔골재의 혼입률이 30% 50%, 70%로 증가할수록 폐유리의 색깔에 관계없이 폐유리 잔골재를 혼입하지 않은 보통콘크리트의 다짐계수에 비하여 1.1~2.5%, 2.5~3.7%, 3.6~5.4%로 감소하여 다짐도가 떨어지는 것으로 나타났다. 그 원인은 폐유리 잔골재의 입형이 모가나고 각이져 있어 폐유리 잔골재의 혼입률이 증가할수록 콘크리트의 유동성을 저하시켜 다짐계수를 감소시킨 것으로 판단된다.

Fig. 6은 슬럼프와 다짐계수의 상관관계로서 선형회귀분석결과 상관식은  $Slump = 101.05 \times Compacting\ factor + 84.33$ , 결정계수는 0.879로 나타나 높은 상관관계가 있음을 확인하였다.

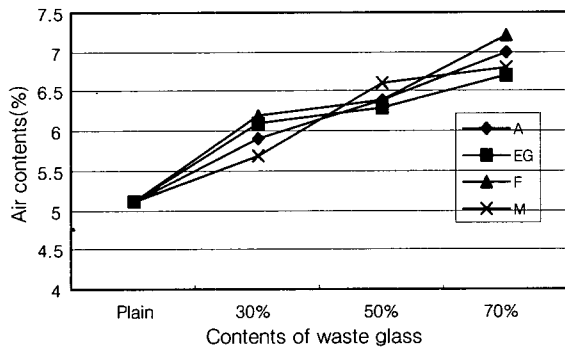


Fig. 4 Results of air content

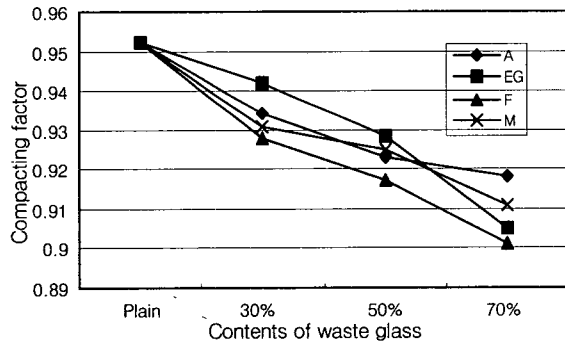


Fig. 5 Results of compacting factor

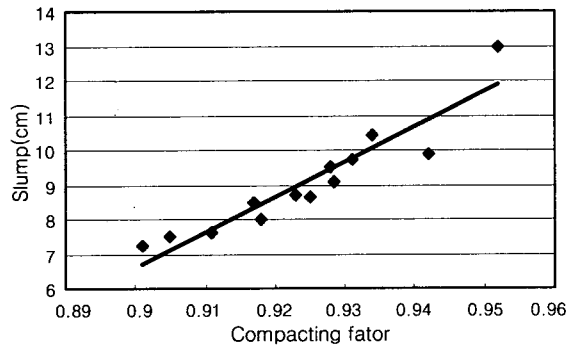


Fig. 6 Relationship between slump and compacting factor

### 3.2.2 경화 콘크리트의 성질

#### 1) 압축강도

폐유리 잔골재를 혼입한 콘크리트의 재령에 따른 폐유리 잔골재의 색깔 및 혼입률별 압축강도는 Fig. 7~10과 같다. 이를 고찰하여 보면 재령 4주에서의 압축강도는 폐유리 색깔에 관계없이 폐유리 잔골재를 30%, 50%, 70% 혼입 할수록 보통콘크리트 압축강도의 97.2~99.4%, 88.6~90.2%, 83.7~86.4% 정도의 강도를 발현하여 폐유리 잔골재의 혼입률이 증가할수록 압축강도는 보통콘크리트에 비하여 감소하였고 재령 13주에서도 같은 경향을 나타내었다. 이러한 압축강도 감소현상은 폐유리 잔골재의 표면과 시멘트풀과의 부착력 감소와 폐유리 혼입량의 증가에 따라 잔골재의 조립률이 커지고 다짐계수의 감소에 기인한 것으로 판단된다. 또한, 폐유리 색깔에 따른 압축강도의 영향은 현저하지 않는 것으로 나타났다.

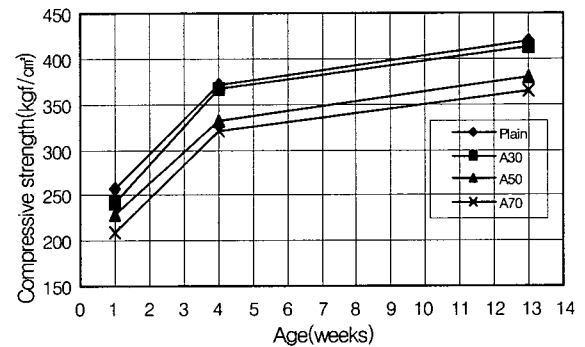


Fig. 7 Compressive strength containing amber waste glass

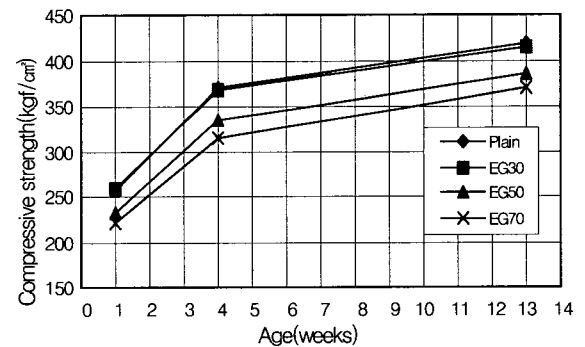


Fig. 8 Compressive strength containing emerald-green waste glass

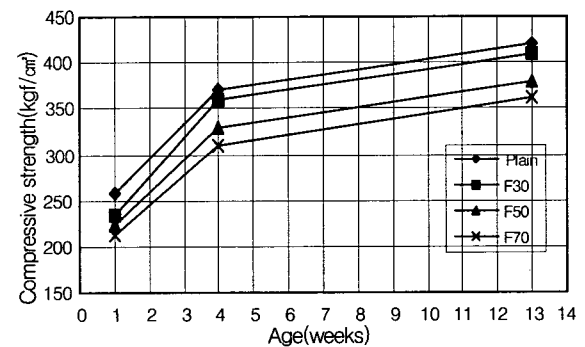


Fig. 9 Compressive strength containing flint waste glass

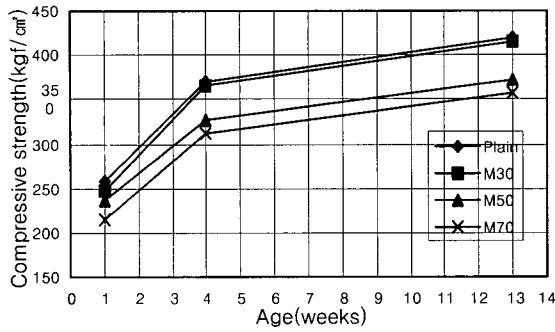


Fig. 10 Compressive strength containing mixed waste glass

2) 쪼갬인장강도

폐유리 잔골재를 혼입한 콘크리트의 재령에 따른 폐유리 색깔 및 혼입률별 쪼갬인장강도의 시험결과는 Fig. 11~14와 같다. 이를 고찰하여 보면 재령 4주에서의 쪼갬인장강도는 갈색폐유리, 녹색폐유리, 무색폐유리, 혼합폐유리 잔골재를 30% 혼입한 경우 각각 보통콘크리트의 94.8%, 96.6%, 93.5%, 94.8% 정도의 강도를 발현하여 보통콘크리트에 비하여 다소 감소하는 경향을 나타내었고, 폐유리 잔골재의 혼입률을 30%, 50%, 70%로 증가시키기에 따라 쪼갬인장강도는 보통콘크리트에 비하여 93.5~96.6%, 85.9~90.8%, 80.4~85.0%로 감소하였으며, 재령 13주에서도 비슷한 경향을 나타내었다.

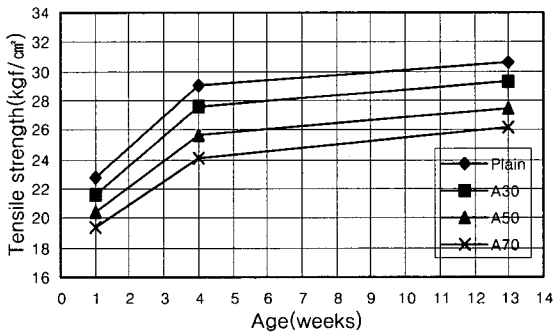


Fig. 11 Tensile strength containing amber waste glass

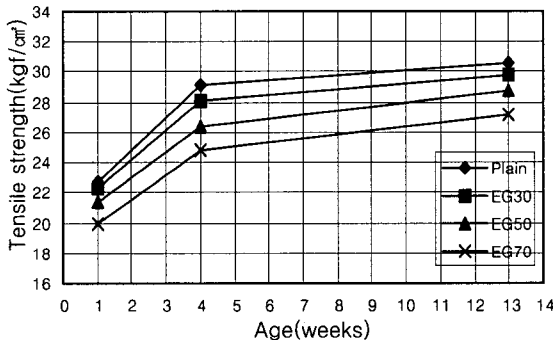


Fig. 12 Tensile strength containing emerald green waste glass

이러한 쪼갬인장강도 감소현상은 압축강도와 마찬가지로 폐유리 잔골재의 표면과 시멘트풀과의 부착력 감소와 폐유리 혼입량의 증가에 따라 잔골재의 조립률이 커지고 다짐계수의 감소에 따른 것으로 판단된다. 폐유리 잔골재의 색깔에 따른 강도의 현저한 영향은 나타나지 않았다. Fig. 15는 폐유리 잔골재를 혼입한 콘크리트의 압축강도와 쪼갬인장강도의 관계를 나타낸 것으로 쪼갬인장강도는 압축강도의 약 1/14~1/10 정도의 수준으로 나타났다.

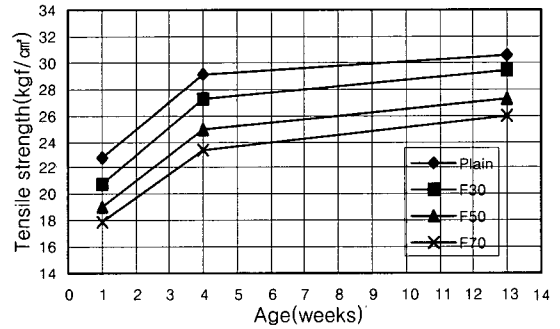


Fig. 13 Tensile strength containing flint waste glass

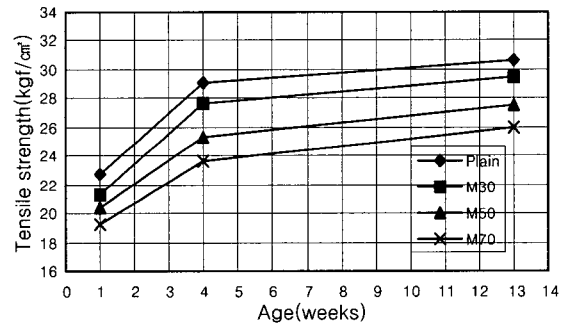


Fig. 14 Tensile strength containing mixed waste glass

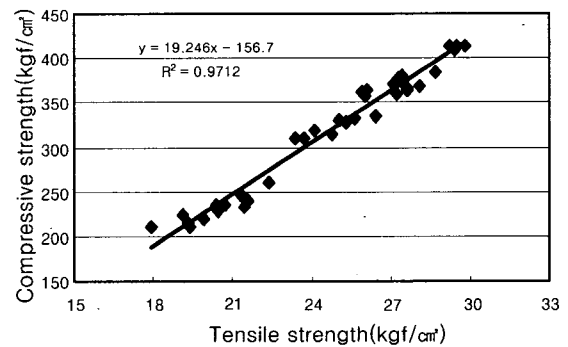


Fig. 15 Relationship between compressive strength and tensile strength

### 3) 휨강도

폐유리 잔골재를 혼입한 콘크리트의 재령에 따른 폐유리의 색깔 및 혼입률별 휨강도시험 결과는 Fig. 16~19와 같다. 이를 고찰하여 보면 재령 4주에서의 휨강도는 갈색 폐유리, 녹색폐유리, 무색폐유리, 혼합폐유리 잔골재를 30% 혼입한 경우 보통콘크리트의 휨강도에 비해 각각 93.3%, 96.8%, 94.4%, 94.0%의 강도를 발현하여 폐유리 잔골재의 색깔에 따른 현저한 강도차이는 나타나지 않았다.

또한, 폐유리 잔골재를 50%, 70% 혼입한 경우에는 각각 83.8~88.7%, 78.5~81.9% 정도 강도 발현하여 폐유리 잔골재의 혼입률이 증가할수록 휨강도는 보통콘크리트에 비하여 감소하였고 재령 13주에서도 같은 경향을 나타내었다. 이러한 경향은 폐유리 잔골재의 표면과 시멘트풀과의 부착력 감소와 폐유리 혼입량의 증가에 따른 잔골재의

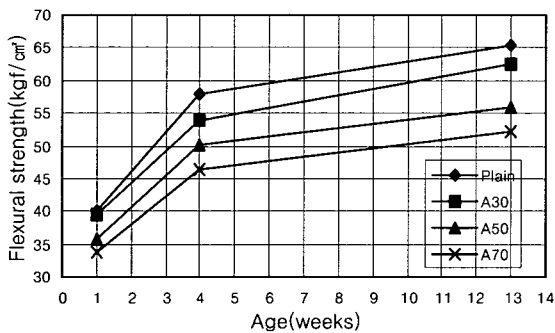


Fig. 16 Flexural strength containing amber waste glass

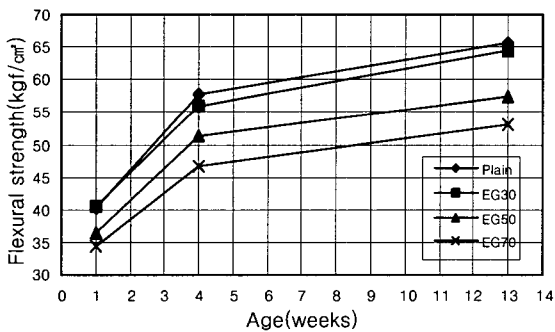


Fig. 17 Flexural strength containing emerald green waste glass

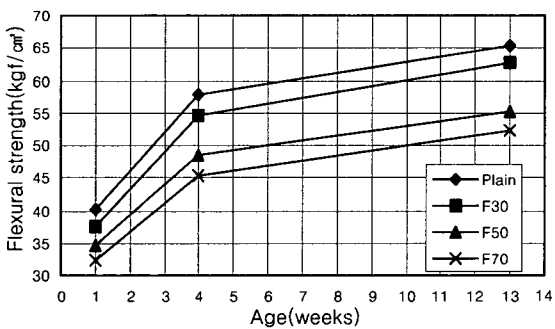


Fig. 18 Flexural strength containing flint waste glass

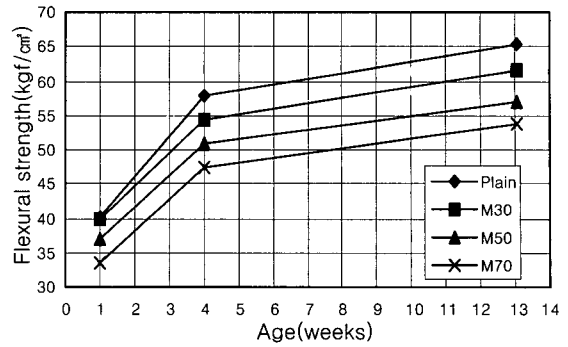


Fig. 19 Flexural strength containing mixed waste glass

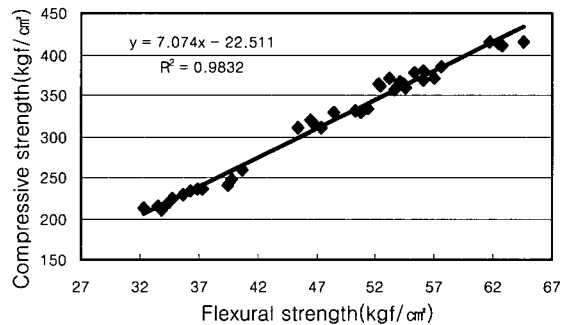


Fig. 20 Relationship between compressive strength and flexural strength

조립률이 커지고 다짐계수의 감소에 기인한 것으로 판단된다. Fig. 20은 폐유리 잔골재를 혼입한 콘크리트의 압축강도와 휨강도의 관계를 나타낸 것으로 휨강도는 압축강도의 약 1/7.0~1/6.0 정도의 수준으로 나타났다.

## 4. 결 론

본 연구에서는 국내에서 발생하고 있는 폐유리를 파쇄하여 콘크리트 및 벽면타일, 인터로킹블록 등 건축용 2차 제품용 잔골재로서의 재활용 가능성을 분석하기 위하여 잔골재로서 폐유리를 혼입한 콘크리트의 물리·역학적 특성에 관한 기초적 실험연구를 수행하였으며 그 결과는 다음과 같다.

1) 파쇄된 폐유리 잔골재의 물리적 시험결과 조립률은 3.46~3.49, 비중은 2.48~2.52, 흡수량은 0.40~0.43%, 실적률은 60.90~62.60%, 단위용적중량은 1,500 kg/m<sup>3</sup> 이상으로 나타나 콘크리트의 잔골재로서 사용이 가능한 것으로 판단된다. 그러나 파쇄된 폐유리 잔골재의 입형은 모가 나거나 각이져 있고 0.6 mm 이상의 입자를 많이 함유하고 있어 워커빌리티에 상당히 영향을 미칠 것으로 사료된다.

2) 폐유리 잔골재를 혼입한 콘크리트의 슬럼프와 다짐계수는 폐유리 잔골재의 혼입률이 증가할수록 감소하는 경향을 나타내었으며 이는 폐유리 잔골재의 입형과 입도에 영향을 받은 것으로 판단된다. 또한 공기량은 폐유리

잔골재의 혼입량이 많아질수록 증가하였는데 이것은 폐유리 잔골재의 입형이 모가 나거나 샤프하고 0.6 mm이상의 입자가 많이 함유되어 있기 때문인 것으로 판단된다.

3) 폐유리 잔골재를 혼입한 콘크리트의 압축강도, 쪼갬인장강도, 휨강도는 폐유리 잔골재의 혼입률이 증가할수록 감소하는 경향을 보였으며, 폐유리 잔골재를 30% 혼입한 경우가 가장 우수한 강도특성을 나타내었다. 또한 폐유리 잔골재의 색깔에 따른 역학적 특성은 현저한 차이가 없는 것으로 나타났다.

4) 따라서 폐유리를 파쇄하여 콘크리트용 잔골재로 이용하는 경우 적정혼입률은 30% 이하가 가장 바람직하며 폐유리 잔골재의 혼입시 유동성을 확보하기 위해서는 적정한 혼화제를 사용해야 할 것으로 판단된다.

### 감사의 글

본 연구는 한국과학재단의 2000년도 특정기초 연구사업의 지원에 의하여 수행되었으며, 이에 깊은 감사를 드립니다.

### 참고문헌

1. Scholze, H., "Natur, Struktur und Eigenschaften," 清文閣, 1996, pp.3~10.
2. 환경부, "99 전국 폐기물 발생 및 처리현황," 2000, 12.
3. 박승범 외, "건설폐기물의 재활용 및 처리기술개발," 건설교통기술연구보고서, 2000, pp.153~156.

4. ガラスびんリサイクル促進協議會, "Glass Bottle Recycling (パンフレット)," 1994, pp.25~35.
5. クリーン・ジャパン・センター, "再資源化技術の開発状況調査報告書(ガラスびんカレットの他用途利用)," 1997, pp.1~20.
6. OECD, "Use of Waste Materials and By-products in Road Construction," 1977, pp.10~15.
7. 日本容器包装リサイクル協會, "再商品化ニュース," 1998, No.3, pp.1~5.
8. 日本機械工業聯合會・ガラスびんリサイクリング促進聯合會, "カレットの用途拡大事業報告書(カレットの道路用骨材としての適用性に関する評価)," 1996, pp.20~25.
9. 大門正機 外, "ガラス粉末の水和硬化性状-廢ガラスの建設素材としての基礎物性に關する研究," 旭硝子財團研究成果報告, 1995, pp.1~10.
10. 四川直宏 外, "ガラス粉末を用いたモルタルの強度特性," 第49回 セメント技術大會講演集, 1995, pp.100~105.
11. 出雲淳一, 影山後文, "ガラス微粉末がセメントモルタルの壓縮強度發現に及ぼす影響について," 關東學院大學工學部研究報告集 代40-1卷, 1996, pp.321~323.
12. 内山ほか, "ガラスリアスファルト包装の長期供用性," 包装, 1998, pp.3~89.
13. 難波ほか, "廢ガラスびんカレットを使用した薄層カラー樹脂モルタル包装," 包装, 1998, pp.23~27.
14. 박승범, "신편도목재료학," 문운당, 2001, pp.109~251.

### 요 약

최근 급속한 산업화 및 생활수준의 향상에 따라 폐유리의 발생량이 급격히 증대하고 있으며 이중 대부분은 재활용되지 못하고 최종처분 되고 있어 심각한 자원낭비 및 환경오염문제를 야기하고 있다. 따라서 본 연구에서는 국내에서 발생되고 있는 폐유리중 대표적인 갈색, 녹색, 무색 폐유리 및 이들을 혼합한 폐유리를 파쇄하여 콘크리트용 잔골재로서의 재활용 가능성을 분석하기 위한 기초적 실험연구를 수행하였다. 시험결과 슬럼프 및 다짐계수는 폐유리 잔골재의 입형이 모가나고 각이져 있고 상대적으로 유리입도가 잔골재보다 크기때문에 감소하였으며, 공기량은 폐유리 잔골재가 0.6 mm이상의 입자를 많이 함유하고 있어 증가하는 것으로 나타났다. 또한 압축강도, 인장강도, 휨강도는 폐유리 잔골재의 혼입률이 많아질수록 감소하였으며, 적정 혼입률은 30% 이하가 바람직하고 유동성 확보를 위해서는 적절한 혼화제를 사용해야 한다는 결론을 얻을 수 있었다.

**핵심용어 :** 폐유리, 재활용, 압축강도, 쪼갬인장강도, 휨강도