

재생골재를 사용한 콘크리트의 내동해성

Resistance to Freezing and Thawing on Concrete with Recycled Aggregate

문 대 중* 문 한 영**
Moon, Dae Joong Moon, Han Young

ABSTRACT

Utilization of demolished-concrete as recycled aggregate has been researched for the purpose of substituting for insufficient natural aggregate, saving resources and protecting environment. There, however, are some problems that qualities of recycled aggregates are not only largely diverse, but also mechanical properties of recycled aggregate concrete decrease a little in comparison with those of natural aggregate concrete.

In this study, the resistance to freezing and thawing of recycled aggregate concrete was highly different due to adhered mortar on recycled aggregate, and durability factor of concrete with NA SRA and DRA was decreased more than that of control concrete. However, durability factor of concrete with AA SRA was larger than that of control concrete.

1. 서론

최근 콘크리트구조물의 노후화, 성능저하 또는 용도 및 목적의 변경 등으로 인하여 콘크리트구조물을 해체하여 재건설하는 경우가 늘어나면서 폐 콘크리트량이 급증하고 있는 추세이다. 그래서 이러한 폐 콘크리트를 지구환경보전 및 자원 유효이용의 차원에서 재활용하기 위하여 콘크리트용 골재로 환원하고자 하는 리사이클링 연구가 활발히 진행되고 있다. 그러나 폐 콘크리트를 콘크리트용 골재로 활용할 경우, 콘크리트의 강도 및 동결융해에 대한 내구성이 크게 저하되는 문제점이 있다.

본 연구에서는 강도 3단계로 제조한 AE 모재 콘크리트와 중강도 정도의 Non-AE 모재 콘크리트를 각각 3단계로 파쇄하여 제조한 모재 콘크리트 재생골재 및 실제 콘크리트 구조물의 해체시 발생하는 폐 콘크리트 재생골재를 사용한 콘크리트의 동결융해특성을 부순들만을 사용한 콘크리트와 비교, 고찰하였다.

2. 실험개요

2.1 사용재료 및 배합

- (1) 시멘트 : 비중 3.15, 분말도 3,200cm²/g인 보통포틀랜드시멘트를 사용하였다.
- (2) 골재 : 잔골재는 비중 2.64, 흡수율 2.63%인 강모래를 사용하였으며, 굵은골재는 최대치수 20mm

* 정회원, 한양대학교 산업과학연구소 연구원

** 정회원, 한양대학교 토목공학과 교수

비중 2.65, 흡수율 0.94%인 부순들을 사용하였다.

(3) 모재 및 폐 골재 : 콘크리트의 압축강도를 620kgf/cm² 정도의 고강도(High strength), 500kgf/cm² 정도의 중강도(Medium strength), 290kgf/cm² 정도의 보통강도(Low strength)로 달리하여 제조한 콘크리트를 모재 콘크리트(source-concrete)라 하며, 각각 3단계로 파쇄하여 제조한 골재를 모재 골재(Source-concrete recycled aggregate, 이하 SRA)라 정의하였다.

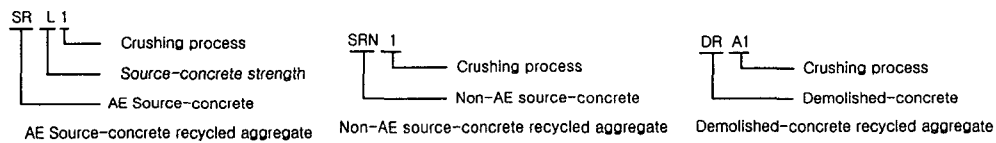
파쇄공정에 따른 모재 골재를 조 파쇄기(Jaw crusher)와 임팩트 파쇄기(Impact crusher)로 파쇄하여 1단계 모재 골재(Process 1 recycled aggregate, 이하 Process 1), 다시 포라우더(Porouder)로 각각 파쇄하여 2단계 및 3단계 모재 골재(Process 2, 3 recycled aggregate, 이하 Process 2, 3)라 하였다.

한편, 폐 골재는 조파쇄기로 1단계 파쇄한 후 철 금속과 비철금속을 분리한 후 임팩트 파쇄기로 파쇄(Process A1)한 폐 골재(Demolished-concrete recycled aggregate, 이하 DRA1)와 철 금속과 비철금속을 분리하여 파쇄한 후 비중 선별방법(Process A2)으로 골재에 부착된 모르타르를 제거한 폐 골재(이하 DRA2)이다. 모재 및 폐 골재와 부순들의 물리적 성질은 표1과 같다.

Table 1 Physical properties of recycled aggregates and crushed stone

Type of aggregate	SCS* (kgf/cm ²)	Specific gravity	Absorption (%)	Soundness (%)	Crushing value of 10ton (%)	F.M.	Adhered mortar (%)
CS	-	2.65	0.94	9.1	3.57	6.48	0
SRL1	290	2.37	6.27	49.1	6.30	6.59	52.3
SRL3		2.48	3.76	22.5	2.28	6.69	32.3
SRM1	500	2.41	5.58	48.3	5.19	6.57	55.0
SRM3		2.50	3.19	18.4	1.73	6.39	32.4
SRH1	620	2.42	4.88	29.7	3.83	6.67	52.3
SRH3		2.51	3.14	8.1	1.53	6.51	30.2
SRN1	500	2.44	5.57	47.0	3.65	6.67	55.7
SRN3		2.47	5.07	28.1	2.06	6.60	45.5
DRA1	-	2.57	5.57	50.2	5.36	6.92	41.8
DRA2	-	2.56	3.76	17.3	3.30	7.07	26.4

* SCS : Source-concrete strength



2.2 실험방법

콘크리트의 동결융해 시험 : 10×10×40cm의 각주형 공시체를 제작하여 재령 28일에서 수중동결 수중 융해 방법으로 ASTM C 666에 준하여 실시하였다. 측정사이클은 공시체의 중심온도를 5~-18℃로 하강 후, -18~5℃로 상승하는 것을 1사이클로 하여 300사이클까지 동결융해를 반복하였으며, 30사이클마다 동탄성계수, 길이변화 및 중량변화를 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

AE 모재 콘크리트의 압축강도를 3단계, 파쇄공정 1단계 및 3단계로 파쇄한 AE 모재 골재를 사용한 콘크리트의 동결융해 반복에 따른 동탄성계수를 사이클 30사이클마다 300사이클까지, 상대동탄성계수로 정리한 것이 Fig 1 ~ Fig.3이다.

이들 그림에서 알 수 있듯이 AE 모재 콘크리트를 파쇄한 모재 골재를 사용한 콘크리트의 동결융해 300 사이클까지 상대동탄성계수는 모재 콘크리트의 압축강도 및 파쇄공정에 관계없이 88% 이상으로 부순돌을 사용한 콘크리트보다 큰 매우 양호한 결과를 얻었다.

다시 말해서, AE 모재 콘크리트를 파쇄한 모재 골재를 사용한 콘크리트의 상대동탄성계수가 보통콘크리트보다 크게 나타나는 이유는 모재 골재에 부착된 모르타르가 연행공기를 포함하고 있으므로 동결융해에 의해 모재골재의 성능이 저하되지 않았기 때문이라고 생각된다.

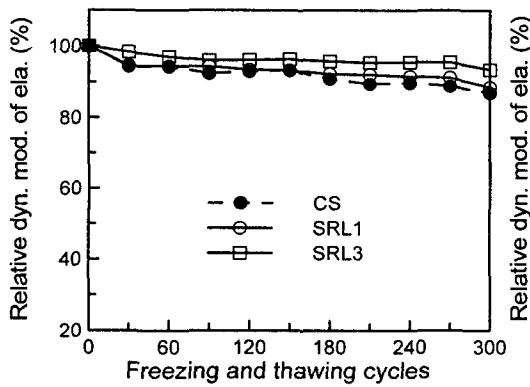


Fig. 1 Relative dynamic modulus of elasticity on concrete with SRL

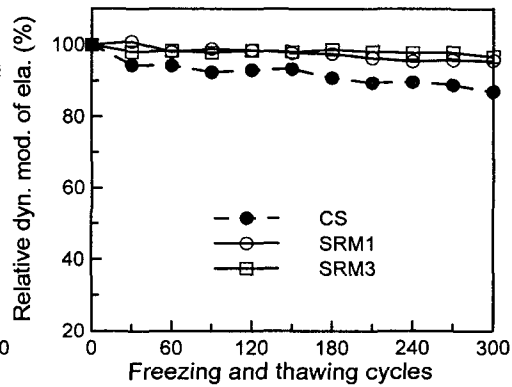


Fig. 2 Relative dynamic modulus of elasticity on concrete with SRM

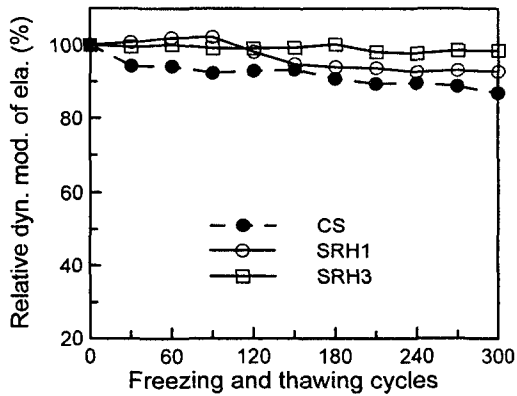


Fig. 3 Relative dynamic modulus of elasticity on concrete with SRH

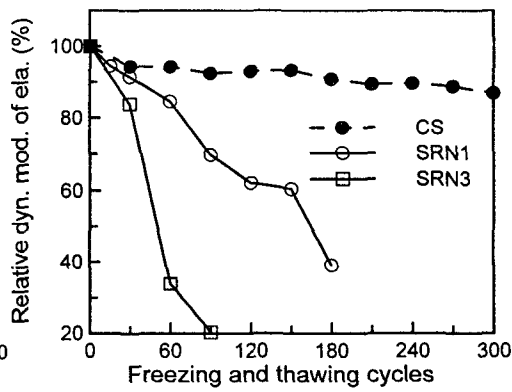


Fig. 4 Relative dynamic modulus of elasticity on concrete with SRN

다음은 Non-AE 모재 콘크리트를 3단계로 파쇄한 모재 골재를 사용한 콘크리트의 상대동탄성계수를 정리한 것이 Fig. 4이다. 이 그림에서 Non-AE 모재 골재 사용 콘크리트의 상대동탄성계수는 파쇄공정에 관계없이 보통콘크리트에 훨씬 못 미치는 작은 값을 나타내었으며, 동결융해 300 사이클 이전에 60%

이하로 떨어지고 있음을 알 수 있다. 이와 같은 Non-AE 모재 콘크리트로 제조한 모재 골재는 부착 모르타르가 연행공기를 갖고 있지 않아 동결융해에 의해 성능이 떨어졌기 때문이라고 생각된다.

실제 콘크리트 구조물 해체시 발생하는 폐 콘크리트를 파쇄한 폐 골재를 사용한 콘크리트의 동결융해 특성을 알아보기 위하여 2 종류의 폐 골재를 사용한 콘크리트의 상대동탄성계수를 정리한 것이 Fig. 5이다. 이 그림에서 폐 골재 사용 콘크리트의 동결융해 사이클에 따른 상대동탄성계수를 정리한 그림이다. 이 그림에서 보통콘크리트의 상대동탄성계수는 동결융해 300 사이클에서 87% 정도를 나타내었으나, DRA1 및 DRA2 폐 골재 사용 콘크리트의 상대동탄성계수는 각각 동결융해 60 및 150 사이클 이전에서 60% 이하가 됨을 알 수 있었다.

모재 및 폐 골재의 안정성 손실률과 콘크리트의 내구성 지수와의 관계를 정리한 것이 Fig. 6이다.

이 그림에서 모재 및 폐 골재의 안정성 손실률과 콘크리트의 내구성 지수와의 관계를 나타낸 그림으로 내구성지수는 안정성 손실률이 증가함에 따라 약간 증가하는 경향이였다. 그러나, 안정성 손실률이 15% 이상인 Non-AE 및 폐 골재를 사용한 경우에는 내구성 지수가 60 이하로 나타나고 있으므로 안정성 손실률을 보다 줄일 수 있는 골재의 제조방법이 필요하다고 생각된다.

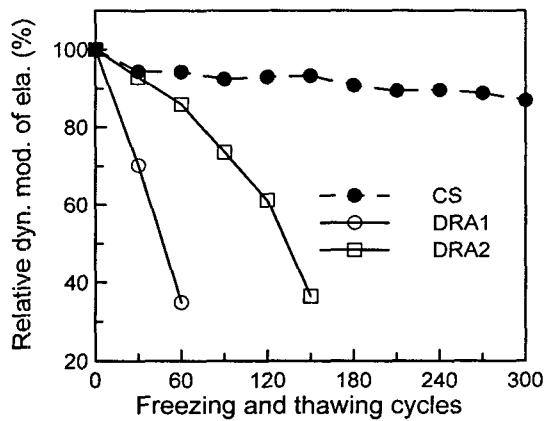


Fig. 5 Relative dynamic modulus of elasticity on concrete with DRA

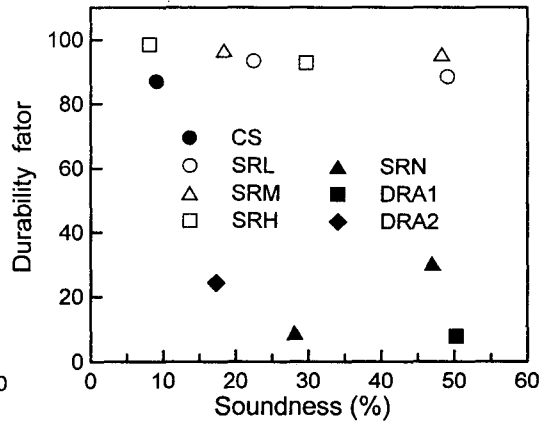


Fig. 6 Soundness & durability factor

4. 결론

- (1) AE 모재 골재 사용 콘크리트의 동결융해에 대한 내구성은 모재 콘크리트의 강도 및 파쇄공정에 관계 없이 보통콘크리트보다도 양호하였으나, Non-AE 모재 골재 사용 콘크리트는 보통콘크리트에 비하여 훨씬 못미치는 결과를 얻었다.
- (2) 폐 골재 사용 콘크리트의 상대동탄성계수는 동결융해 150 사이클 이전에 60% 이하로 떨어지는 문제점이 있었다. 이는, 콘크리트에 사용된 폐 골재중 공기연행성이 없는 모르타르가 부착된 폐 골재 및 폐 골재에 부착된 모르타르량에 의한 탓으로 생각된다
- (3) 모재 및 폐 골재의 안정성 손실률과 콘크리트의 내구성 지수와의 관계를 검토해 본 결과, AE 모재 골재의 경우 골재의 안정성 손실률이 감소함에 따라 내구성 지수는 80 이상이였으나, Non-AE 모재 및 폐 골재는 골재의 안정성 손실률에 관계없이 내구성 지수가 60 이하로 되었다.