

# 폐부동액을 이용한 콘크리트의 동결 및 역학적 특성

## Freeze and Mechanical Properties of Cement Mortar Using Coolant Wastes

김 상 우\* 김 정 진\* 홍 상 회\*\* 전 충 근\*\* 한 천 구\*\*\*  
Kim, Sang Woo Kim, Jeong Jin Hong, Sang Hee Jeon, Chung Keun Han, Cheon Goo

### ABSTRACT

It has been increasingly proving in interest of environment pollution around the world. so, recycling of waste resources are seriously taken into consideration. Great deal of coolant for the car have been wasted for along time. due to the end of life time of them. Therefore, validities of wasted coolant as an agent for concrete are described in this paper. Mechanical properties of concrete using coolant wastes is investigated. As contents of coolant wastes increase, slump and slump flow decrease, while air content show reverse tendency. setting time shows to be accelerated with increase of coolant waste contents. As for the effect of low curing temperature, low curing temperature increase compressive strength with increase of coolant waste. Application of coolant waste to cold weather concrete is considered to achieve favorable effects.

### 1. 서 론

최근, 심각한 환경오염의 방지대책으로 폐기물의 재활용방안이 사회 전반에 걸쳐 각광을 받고 있다. 겨울철이면 자동차 및 산업설비에서 다량으로 발생하는 폐부동액의 경우도 마찬가지로 년 중 짧은 기간(10월~11월) 동안에 대량으로 배출되는데, 이중 90%이상이 처리되지 않은 상태로 버려지고 있는 실정이다. 즉 부동액이란 냉각수의 빙점을 강하시켜, 엔진등 자동차부품의 동파를 방지할 목적으로 사용하는 것으로, 이러한 부동액을 오랜 기간 사용시에는 효율저하로 말미암아 반드시 교환을 해주어야만 하는데, 이때 발생하는 폐부동액은 어느 정도 빙점강하의 능력을 지녔을 지라도 법규상 지정폐기물로 명시되어 강력한 감시와 복잡한 처리 절차를 거쳐 폐기처분되게 된다.

그러므로, 본 연구에서는 폐부동액을 한중콘크리트용 방동제 혹은 내한제로 재활용할 수는 없는지를 검토하기 위하여, 콘크리트제조용 혼합수의 치환율로 폐부동액을 이용할 경우 굳지 않은 콘크리트의 특성, 동결온도 및 경화콘크리트의 역학적 특성을 분석함으로써 폐부동액의 재활용성을 기초적으로 검토하고자 한다.

### 2. 실험계획 및 방법

\* 정회원, 청주대학교 대학원, 석사과정

\*\* 정회원, 청주대학교 대학원, 박사과정

\*\*\* 정회원, 청주대학교 건축공학과 교수, 공학박사

## 2.1 실험계획

폐부동액을 이용한 콘크리트의 특성을 파악하기 위한 본 연구의 실험계획은 표 1과 같다.

## 2.2 사용재료

본 실험에 사용되는 재료로 시멘트는 국내산 H사의 보통 포틀랜드시멘트(비중 : 3.15, 분말도 : 3,415cm<sup>2</sup>/g), 혼화제는 나프탈렌계 AE 감수제, 잔골재는 충북 청원군 부강면 미호천산 강모래(비중 : 2.56, 조립율 : 2.64), 굵은 골재는 충북 괴산산 20mm 화강암 부순돌(비중:2.71, 조립율 6.50)을 사용하였다. 폐부동액은 청주시내 모 자동차 정비공장에서 발생한 것으로서, 그 물리적 성질과 화학 성분비는 표 2와 같다.

## 2.3 실험방법

본 연구의 실험방법으로 콘크리트의 혼합, 굳지 않은 콘크리트의 슬럼프, 슬럼프 플로우, 공기량시험, 단위용적중량, 염화물량측정, 공기체 제작, 및 경화 콘크리트의 압축강도실험은 KS규정의 표준적인 시험방법에 의거 실시하였다. 그림 1은 콘크리트의 동결온도 측정을 나타낸 것으로, 측정방법은 KS M 0003에 의거 실시하였다.

## 3. 실험결과 및 분석

### 3.1 굳지 않은 콘크리트의 특성

그림 2는 폐부동액의 혼입을 변화에 따른 굳지 않은 콘크리트의 슬럼프 및 슬럼프 플로우를 나타낸 그래프이다. 먼저, 혼입을 증가에 따른 콘크리트의 슬럼프 및 슬럼프 플로우는 혼입을 증가에 따라 감소하는 경향으로 나타났는데, 이는 폐부동액의 혼입을 증가에 따른 점성 증대에 기인한 결과로 분석된다.

그림 3은 폐부동액 혼입을 증가에 따른 공기량 및 단위용적중량을 나타낸 그래프로서 폐부동액의 혼입율이 증가함에 따라 공기량은 증가하였으며, 반면 단위용적중량은 감소하는 경향으로 나타났다.

### 3.2 응결시간

그림 4는 양생온도별 폐부동액의 혼입을 변화에 따른 응결시간을 나타낸 것이다. 5℃ 및 2

표 1. 실험계획

실험요인		실험수준	
배합사항	W/C	1	50
	목표 플로우	1	15±1cm
	폐부동액의 치환율(%)	5	0, 2.5, 5, 7.5, 10
	양생온도(℃)	3	-5, 5, 20
실험사항	굳지않은 콘크리트	8	슬럼프, 슬럼프 플로우, 응결시험, 공기량, 동결온도, 단위용적중량, 염화물량, 동결온도
	경화 콘크리트	1	압축강도

표 2. 폐부동액의 물리적 성질

종류	성상	색상	비중	주성분	방청제
폐부동액	액상	연녹색	1.09	물+에틸렌 글리콜 (CH <sub>2</sub> OHCH <sub>2</sub> OH)	아질산염, 트리에탄올아민

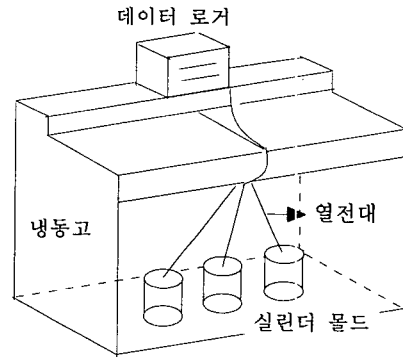


그림 1 콘크리트의 동결온도 측정방법

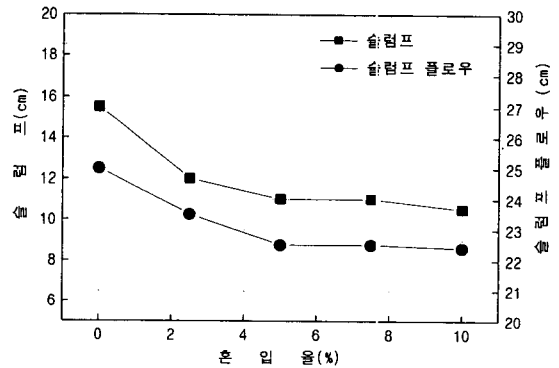


그림 2 폐부동액 혼입을 변화에 따른 슬럼프 및 슬럼프 플로우

0℃ 양생 공히 응결특성은 플레인과 비교하여 혼입율이 증가할수록 촉진되는 것으로 나타났다. 이러한 표준조건 및 저온조건에서의 폐부동액 혼입율 증가에 따른 응결촉진의 경우는 트리에탄올아민(TEA)과 나트륨성분이 수화반응 과정에서 C<sub>3</sub>S, C<sub>2</sub>S 등의 칼슘실리케이트계 화합물의 수화를 촉진시켜 빠른 응결작용을 한 것으로 사료된다.<sup>1)</sup>

### 3.3 동결온도 및 염화물량

그림 5는 폐부동액의 혼입율 변화에 따른 콘크리트의 염화물량 및 동결온도를 플레인과 비교하여 나타낸 것이다. 플레인과 비교하여 폐부동액의 혼입율이 증가할수록 동결온도는 점점 낮아지는 경향으로 나타났다. 즉 부동액 혼입율 2.5% 및 5%의 경우는 -0.3~-0.5℃에서 동결하는 것을 알 수 있었으며, 혼입율 7.5% 및 10%는 각각 -0.9℃, -1℃로 혼입율 증가에 따라서 동결온도는 낮아지는 것을 확인할 수 있었다. 단, 염화물량은 폐부동액 혼입율이 증가함에 따라 점점 증가하였는데, 이는 폐부동액 성분중 방청제인 트리에탄올아민과 나트륨 성분에 의한 것으로 사료된다.

### 3.4 경화 콘크리트의 특성

그림 6은 양생온도 및 재령별 폐부동액 혼입율 변화에 따른 압축강도를 찍은선 그래프로 나타낸 것이다. 먼저, 폐부동액 혼입율이 증가할수록 초기 압축강도는 20℃에서는 거의 유사하게 나타난 반면, 5℃ 및 -5℃에서는 폐부동액의 혼입율이 증가할수록 약간 증가하는 경향으로 나타났다. 이러한 강도의 증진은 재령경과에 따라 상온에서는 유사하게 나타났지만, 저온인 -5℃에서는 재령 경과에 따라 혼입율이 많을 수록 강도는 높게 나타났다. 이는 폐부동액의 혼입율이 높을수록 물의 어는점을 낮추어 저온에서의 시멘트 수화반응을 촉진시킨 결과로 사료된다.

## 4. 결론

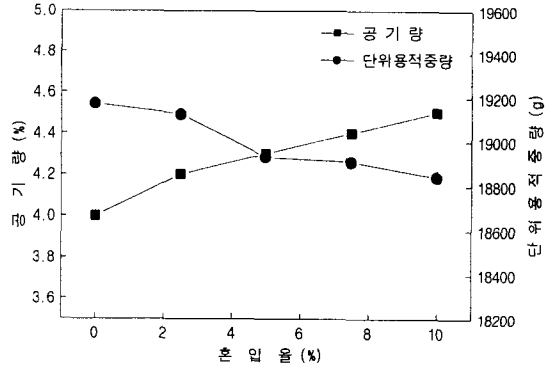


그림 3 폐부동액 혼입율 변화에 따른 공기량 및 단위용적중량

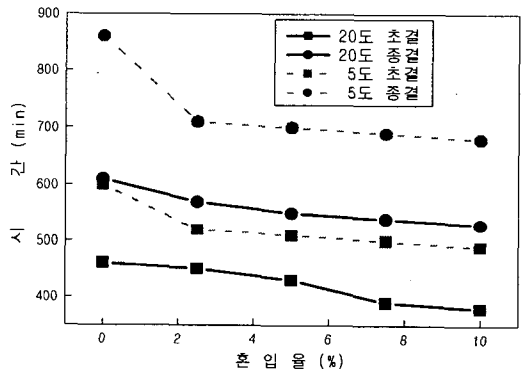


그림 4 폐부동액 혼입율 변화에 따른 양생온도 응결시간

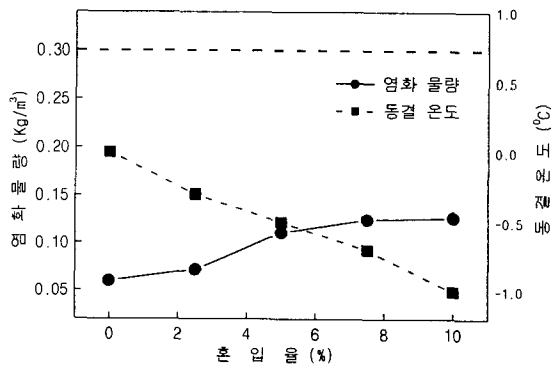


그림 5 폐부동액 혼입율 변화에 따른 염화물량 및 동결온도

폐부동액을 콘크리트용 방동제 및 내한제로의 재활용 가능성을 검토하기 위하여 폐부동액의 혼입을 변화에 따른 굳지 않은 콘크리트의 특성, 동결온도 및 다양한 양생온도에서의 강도증진 특성을 실험한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 폐부동액의 혼입율이 증가함에 따라 슬럼프 및 슬럼프 플로우의 작아지는 경향으로 나타난 반면 공기량은 증가하였다.

2) 폐부동액 혼입율 증가에 따른 콘크리트의 응결시간은 5℃ 및 20℃ 공히 트리에탄올아민 및 염류의 작용으로 약간씩 빨라지는 것으로 나타났다.

3) 폐부동액의 혼입율 증가에 따라 염화물량은 증가하는 경향으로 나타났으며, 동결온도는 낮아지는 것으로 나타났다.

4) 압축강도는 폐부동액의 혼입율이 증가할수록 초기 압축강도는 미세하게 증가하는 것으로 나타났으며, 재령 경과에 따라 20℃ 및 5℃에서는 유사한 경향을 나타냈으나, -5℃에서는 혼입율의 증가 및 재령 증진에 따라 계속 향상되는 경향을 나타내었다.

종합적으로 폐부동액을 한중콘크리트시공에서 콘크리트용 내한제로 활용하게 되면 어느 정도 유용성은 있는 것으로 밝혀졌다.

### 참 고 문 헌

- 1). 한국콘크리트학회, 콘크리트 혼화재료, 1997.
- 2). 이건철, 동결된 혼화제의 사용에 따른 콘크리트의 품질변화에 관한 실험적 연구, 청주대학교 대학원 석사학위논문, 1997. 12.
- 3). 韓京翊 ; 콘크리트용 混和劑의 凍結溫度 및 凍結된 混和劑를 利用한 시멘트 모르타의 品質變化, 清州大學校 大學院, 碩士學位論文, 1996
- 4). 한국콘크리트학회, 최신 콘크리트공학, 1997
- 5). 日本建築學會 ; 寒中コンクリート施工指針・同解説, 1998.
- 6). 浜幸雄 ; 耐寒促進劑による寒中コンクリート施工指針に関する研究, 北海道大學, 博士學位論文 1998
- 7). 日本土木學會, 콘크리트標準示方書 1989.
- 8). ACI Committee 212 ; Chemical Admixture for Concrete, ACI Manual of Concrete Practice, Part 1, 1994
- 9). ACI Committee 201 ; Durability of Concrete in Service, ACI Manual of Concrete Practice, Part 1, ACI, Detroit, Michigan, 1973.
- 10). ASTM, Symposium on Effect of Water-Reducing Admixture and Set-Retarding Admixture on Properties of Concrete, STP-266, 1960

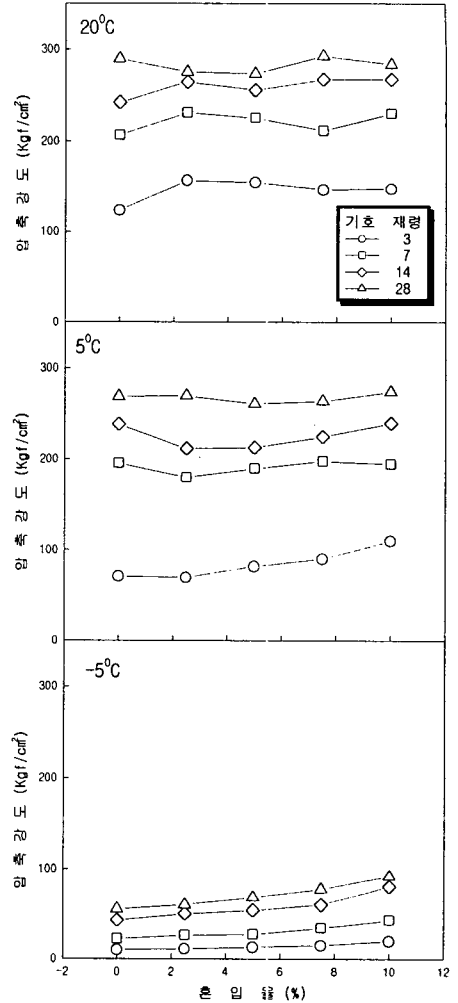


그림 6 폐부동액 혼입율 변화에 따른 양생온도 및 재령별 압축강도