

기능수가 모르타르의 압축강도에 미치는 영향

한정섭*

*동아대학교 토목해양공학부 교수

The Effect of Functional Water on the compressive strength of Mortar

Jeong-Seb Han*

*School of Civil and Ocean Engineering, Dong-A Uni., Pusan Korea

KEY WORDS: Functional Water 기능수, Compressive Strength 압축강도, Mortar 모르타르, NMR 핵자기 공명장치, Killian Camera 킬리안 사진기

ABSTRACT: To study the effect of functional water on the compressive strength of mortar, city water was changed to functional water through ceramics treatment. The change of characteristics of water was measured with O^{17} NMR and Killian Camera. The compressive strength of mortar was measured with various curing conditions. The test results show that by the ceramics treatment the characteristics of city water was changed. At 28 days under curing condition, the compressive strength of mortar which was mix-proportioned with treated water was increased about 22 % than that of mortar which was mix-proportioned with untreated city water.

1. 서 론

콘크리트가 갖고 있는 재료의 특성으로 콘크리트는 구조용 재료로 많이 사용되고 있다. 그리고 콘크리트의 강도를 변화시키기 위해서 여러 가지 방법으로 연구가 진행되어 왔다. 콘크리트는 시멘트, 골재, 혼화재, 공기, 물로 구성되어 있기 때문에 이러한 구성물질을 다른 것으로 대체되는 연구가 지금까지 진행되어 오고 있는 실정이다. 그러나 물은 콘크리트 용적의 약 15%를 차지하는 중요한 역할을 하지만 언급된 다른 구성재료에 비해 깊은 관심을 받지 못하고 있는 경우가 많다. 콘크리트 제조에 사용되는 물은 배합수라고 한다. 지금까지 콘크리트의 배합수로 사용된 것은 수도수, 하천수, 지하수 등이다. 배합수에 관련된 연구는 배합수들에 포함되어 있는 각종 염류들이 응결시간과 강도등에 미치는 영향에 관한 연구들이 대부분이다(長徹重義 등, 1980, 川野俊夫, 1978).

최근에는 전세계적으로 물에 대한 연구가 새롭게 활발해지고 있다(Masaru Emoto,1999, 박완서, 2001). 물을 여러 가지 방법으로 처리(수 처리)하여 물에 기능을 부여하여 동식물에 좋은 영향들을 기치도록 연구하는 것이다. 이러한 것을 염두에 두고 처리된 물을 기능수(Functional Water)혹은 활성수 라고 한

다. 수 처리 방법은 자기처리(자화수), 원적외선처리, 전기장처리, 초음파처리, 세라믹스 처리, 미네랄(칼슘)등의 첨가물에 의한 물의 구조를 변화시키는 방법등이 있다(五上誠 郎, 1999, 松下和弘, 1998). 이와 같은 수 처리과정을 거친 기능수들은 물 입자(Cluster)가 작아진다고 알려지고 있다(松下和弘, 1989). 이러한 기능수를 이용한 연구는 대부분 생명현상과 관련되어 동식물에 미치는 영향들에 관해 집중되고 있다. 발아와 성장을 촉진하고 병충해에 강하며 수확량이 증대된다는 보고가 있다.

수 처리된 물을 생명현상과 관련은 없지만 시멘트와 반응을 하면 기존 배합수와는 다른 반응이 될 것이라고 예상되어 본 연구에서는 세라믹스에 의해 수 처리 된 물을 배합수로 사용하여 기능수가 모르타르의 압축강도에 미치는 영향을 조사하고자 하였다.

2. 수 처리 장치 및 실험방법

2.1 수 처리 장치

본 실험에 사용된 수 처리는 A 사의 수 처리 장치를 사용하였다. Photo 1에서 수처리 장치를 볼 수 있다. 수 처리 장치는 크게 펌프부, 컬럼부, 저장조로 나눈다. 컬럼부에는 세라믹 불이 가득 채워져 있다. 수처리는 의 속도로 처리되었다. 수처리된 물의 상태를 조사하기 위해 다음 2 기기가 사용되었다. 그 원리를 간단히 살펴보면 다음과 같다.

저자 한정섭 연락처: 부산시 사하구 하단동 동아대학교

051-200-7791 jshan@mail.donga.ac.kr

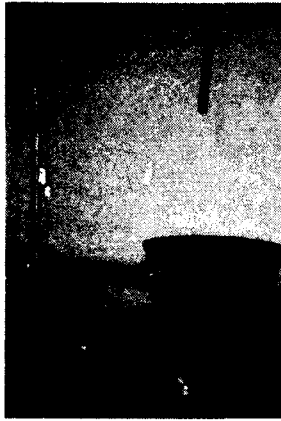


Photo. 1 Apparatus for water treatment

2.2 핵자기 공명장치(NMR: Neutron Magnetic Resonance)

어떤 물체에 정자기장을 걸어주면 물질을 이루고 있는 핵주위의 전자는 자기장에 평행한 방향이나 역방향으로 방향(스핀방향)을 취하게 된다. 이때 라디오 주파수 크기의 에너지를 주면 핵이라는 자석(핵자기)은 일정한 에너지를 흡수하여 전자가 갖는 에너지의 준위가 올라가게 된다. 즉 여기 된다(Excited). 이러한 현상을 공명이라고 한다. 여기 된 전자는 시간이 지남에 따라 물이 높은 상태에서 낮은 상태로 흘러가듯이 에너지가 낮은 상태로 다시 돌아간다. 이 현상을 완화(Relaxation)된다고 한다. 흡수된 에너지는 분자 운동에너지로 사용되어 에너지가 낮은 상태로 가게 된다. 이 완화가 되는 시간을 핵자기 공명장치가 측정하게 된다. 분자운동이 활발하면 원자핵이 흡수한 에너지를 쉽게 넘기지 못하게 되어 완화가 되는 시간이 길어지게 된다. 이때 핵자기 공명장치로 측정되는 반치폭(half-width)은 완화시간에 역비례하므로 좁게 나타난다. 여기서 물분자로 적용하면 완화시간이 길다는 것, 즉 쉽게 에너지를 넘기지 못한다는 것은 물분자의 운동이 쉬운 상태로 물의 군집(Cluster)이 적은 상태라고 한다(松下和弘, 1989).

2.2 킬리안 사진기(Killian Camera)

생체나 물체에 고전압을 가하면 순간적으로 섬광이 발생된다. 이것은 코로나 방전에 의해 발생하는 빛으로 생체에너지장의 상태가 간접적으로 나타나고 있는 것으로 인정되고 있다(허창욱, 1998). 이것은 현재 질병진단용의 실용적인 의료장치로 개발되어 한 의원등에서 사용되고 있다. 수 처리 결과를 보기 위해 사용된 킬리안 사진기는 Photo 2와 같다.

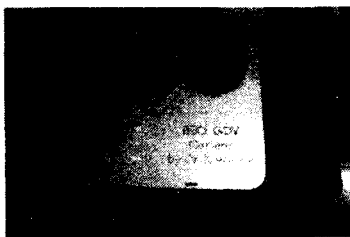


Photo. 2 Killian Camera

2.3 공시체 제작 및 압축시험

실험에 사용된 시멘트는 S시멘트의 제 1종 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하였다. 잔 골재는 하동 모래를 사용하였고 잔 골재의 물리적 성질은 표건비중 2.56 흡수율 2.29 %, 조립율 2.48 이다. 잔골재는 표면건조 포화상태로 사용하였다. 비빔에는 공칭 용량 5L의 강제식 믹서를 사용하였고 물 시멘트비는 0.6 으로 하여 물의 효과가 크게 나타날 수 있도록 하였다.

압축강도 측정을 위해서 50.8 mm 의 입방몰드를 사용하여 모르타르의 공시체를 제작하였다. 타설된 공시체는 양생조와 대기중에서 각각 양생되었다.

압축강도 시험에 사용된 만능시험기는 50 톤 용량의 만능재료시험기를 사용하였다. 압축강도는 3, 7, 28일에 측정되었고 실험결과는 각각 3 개의 공시체의 평균값으로 하였다.

3. 실험 결과 및 고찰

3.1 수처리후 물의 변화

3.1.1 NMR 측정결과

수처리 전의 O¹⁷ NMR 반치폭 결과를 Fig. 1에 나타내었다. 이것의 반치폭과 그리고 세라믹으로 처리된 물의 반치폭 값들을

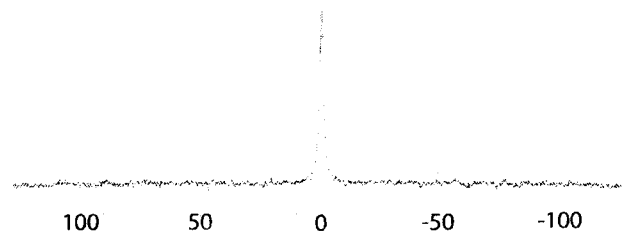


Fig. 1 The O¹⁷ NMR spectrum of city water

Table 1에 나타내었다. 사용된 수도물의 반치폭은 매우 양호한 편에 속하고 있음을 알 수 있었다.

Table. 1 The half-widths of O¹⁷ NMR spectrum

Kinds of Water	half-widths of O ¹⁷ NMR spectrum (Hz)
City Water	80.7
Treated Water	72.5

그리고 수 처리 결과 반치폭이 좁아진 것을 알 수 있다. 이것은 앞에서 언급한대로 수 처리 결과 물군집(Cluster)이 작아져서 물 분자 운동이 활발하게 되었음을 의미한다고 하겠다.

3.1.2 킬리안 사진 촬영 결과

Photo. 3에 나타난 것은 수돗물과 수처리된 배합수를 킬리안 사진기로 촬영한 것이다. 이것으로 차이를 구별하기 어렵기 때문에 킬리안 사진기 전용프로그램으로 처리한 결과를 Fig. 2에 나타내었다. 그림에서 볼 수 있듯이 처리수가 수돗물보다 에너지가 크게 나타남을 알 수 있다.



Photo. 3 Killian Photographs of city water(L) and treated water(R)

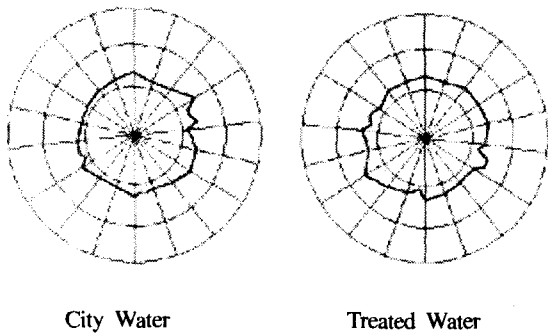


Fig. 2 Modified Killian Photographs

이러한 NMR 측정결과와 킬리안 사진 결과 수처리된 배합수는 물의 균집이 작아지고 에너지 상태가 높아졌음을 알 수 있다.

3.2 모르타르 압축강도

Fig. 3-5에 수돗물과 수처리된 배합수로 여러 가지 양생조건에서 양생하여 압축시험한 결과를 나타내었다. 이것의 평균값 처

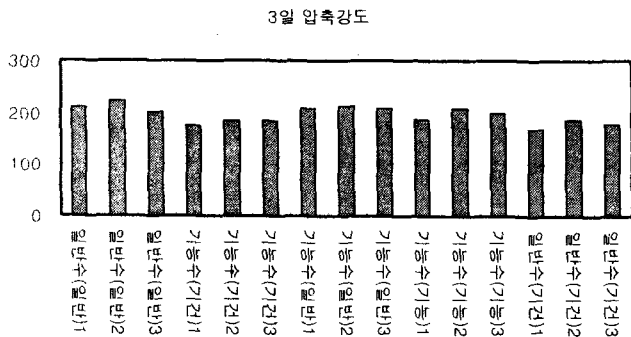


Fig. 3 Compressive strength of mortar after 3 curing days.

7일 압축강도

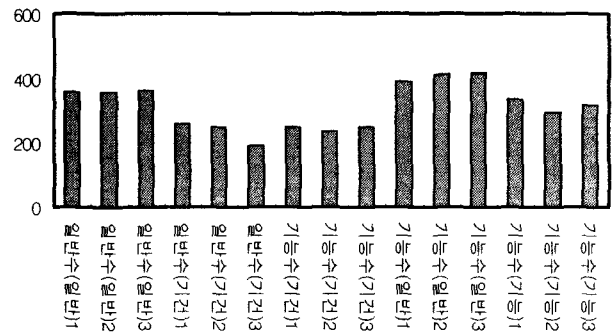


Fig. 4 Compressive strength of mortar after 7 curing days.

28일 압축강도

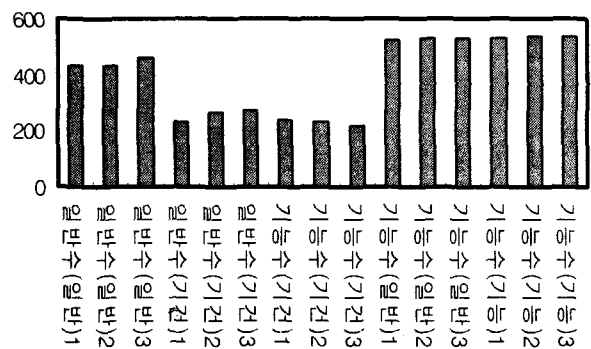


Fig. 5 Compressive strength of mortar after 28 curing days.

모르타르 압축강도

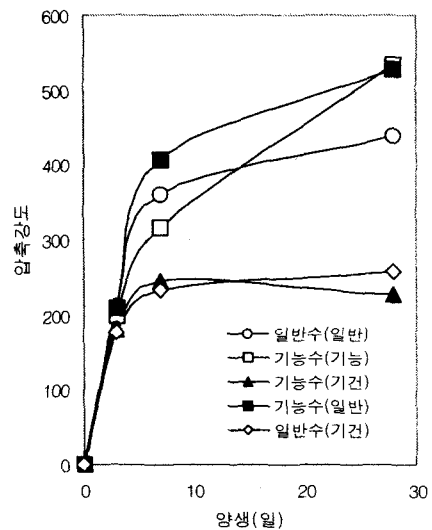


Fig. 6 Compressive strength of mortar after 28 curing days.

후 기

리를 하여 Fig. 6에 나타내었다. 그림에서 알 수있듯이 양생후 공기중에서 건조 시킬때에는 압축강도 값이 거의 변화가 없는 것을 알 수있다. 그러나 배합후 양생조안에서 수중 양생을 하는 경우는 양생시간에 따라 현저한 변화를 보이고 있다.

양생초기에는 처리수로 배합하고 처리수로 양생한 것은 도리어 공시체의 압축강도가 떨어지는 것을 알 수 있다. 그러나 시간이 지남에 따라 양생 28일 부터는 압축강도가 현저하게 증가한다. 일반수 즉 수 처리 안된 수돗물을 사용한 경우 보다 기능수로 배합한 것들은 기능수로 양생한 것이나 일반수로 양생한 것이나 상관없이 일반수로 배합한 것보다 22 % 정도 압축강도가 증가한 것을 알 수있다. 압축강도가 증가하는 경향을 볼 때는 기능수로 배합하고 기능수로 양생한 경우가 시간이 지남에 따라 압축강도가 더욱 증가할 것으로 예측된다. 장기간에 걸쳐 양생에 따른 압축강도를 조사해볼 필요가 있음을 알 수 있다.

기능수로 배합한 후 대기중에서 양생시킨 것은 더 이상 특이 현상을 보이지 않지만 배합후 일반수로 양생한 것도 완만하게 압축강도가 증가하는 것을 볼 수 있다. 이로 보건대 기능수가 시간이 지남에 따라 일반수와 반응을 하여 물의 성질이 바뀌는 것으로 추정된다. 그리고 기능수로 배합후 기능수로 양생한 것은 압축강도가 급격하게 증가하는 것은 기능수 자체 만으로도 시간이 지남에 따라 물의 성질이 바뀌는 것으로 생각된다. 기능수로 양생한 것의 압축강도 증가율이 일반수로 양생한 것보다 큰 것을 볼 때 기능수가 시간이 지남에 따라 물의 성질이 바뀌지만 일반수와 처리수가 혼합될 때는 그 영향이 떨어짐을 알 수 있다. 물의 어떤 성질이 변하는지는 앞으로의 계속되는 연구의 과제이다.

5. 결 론

본 논문에서는 기능수가 압축강도에 미치는 영향을 조사하기 위해 물을 세라믹 처리하였고 여러 가지 조건에서 공시체를 양생하여 실험한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

(1) 세라믹으로 수 처리한 배합수는 O^{17} NMR 로 조사한 결과 반치폭이 8.2 Hz 감소되었고 킬리안 사진기로 조사한 결과 수 처리된 배합수에 에너지가 증대되었음을 알 수 있었다. 수 처리한 결과 물의 특성이 변화되었음을 알 수 있었다.

(2) 수 처리된 배합수로 배합되어도 대기중에서 양생되면 일반수와 압축강도에 차이는 없었다. 그러나 28일 강도에서는 수 처리된 배합수로 배합한 것은 일반수로 배합한 것보다 약 22 %의 압축강도가 증가한 것으로 나타났다. 이것은 시간이 지남에 따라 수 처리된 배합수의 특성이 변하고 있음을 시사하고 있다. 어떤 성질이 변하는지는 앞으로 계속되는 연구에서 밝혀 질 것이다.

본 연구는 2002 학년도 동아대학교 교내학술연구비(연구기초자료비)지원으로 수행된 연구결과 중 일부임을 밝히며, 연구비 지원에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- 長龍重義, 田町勲進, 關 博(1980), 日本土木學會 編. 新體係土木工學 28 卷, コレクリト 材料”, 技報堂出版
- 川野俊夫(1978). “水”, コレクリト 工學, 第 16 卷, 10 號
- Masaru Emoto(1999). "The Message from Water", HADO Kyoikusa
- 박완서(2001). “물의 특성을 이용한 기의 증명”, 정신과학, 7 권 2호, pp 14,
- 五十部誠 一郎(1999). “그 가능성이 추적되는 비열 에너지”, 원적외선과 물, 2월호, pp 28.
- 마쓰시다 가즈히로(松下 和弘)(1998), 핵자기 공명장치로 본 물, 한국원적외선 응용 연구소, pp 52
- 松下 和弘(1989). “遠赤外線 と NMR法”, pp 45, 人間 と 歴史社.
- 허창욱(1998), “신과학으로 풀어보는 피라미드 에너지”, 도서출판 모색, pp 184