

콘크리트

崔相紘 (한양대학교 교수 · 공학박사)

콘크리트는 우리 현대 문명에서 어떤 자리를 차지하고 있을까?
 우리 주위의 콘크리트 구조물에는 이와 같은
 건물의 구조체, 전국을 1일 생활권으로 묶고 있는 고속도로,
 자동차도로의 육교들, 하천을 가로지르고 있는 다리,
 산을 꿰뚫은 터널, 협곡을 가로막아 물을 담고 있는 댐,
 바닷가에 쌓은 방파재와 호안벽과 같은 콘크리트 구조물에서부터
 콘크리트 블럭, 하수관등 시멘트 2차제품에 이르기까지
 여러 가지가 있다.

하늘 높은 줄 모르고 치솟고 있는 아파트 사이에서 하늘을 쳐다보면 하늘은 콘크리트 숲에 가리어 조그마케 보인다.

한때 경기도의 오로지로 알려진 중미산 남쪽, 중미산과 유명산 사이에 있는, 선어치 고개(지금은 37번 국도가 양평과 청평사이를 시원스럽게 아스팔트로 포장되어 있다.)는 옛날 호랑이가 나타난다는 고개로 이 고개를 넘어온 선비에게 호랑이를 못 보았느냐고 물은 즉 “호랑이는 못보고 어찌나 나무가 울창한지 하늘만 서너치 보았고”하고 대답한 것에서 비롯되

었다고 하는데, 지금 우리 서울의 빌딩 숲이 바로 이 지경이다.

콘크리트는 우리 현대 문명에서 어떤 자리를 차지하고 있을까? 우리 주위의 콘크리트 구조물에는 이와 같은 건물의 구조체, 전국을 1일 생활권으로 묶고 있는 고속도로, 자동차도로의 육교들, 하천을 가로지르고 있는 다리, 산을 꿰뚫은 터널, 협곡을 가로막아 물을 담고 있는 댐, 바닷가에 쌓은 방파재와 호안벽과 같은 콘크리트 구조물에서부터 콘크리트 블럭, 하수관등 시멘트 2차제품에 이르기까지 여러 가지가 있다.

우리는 이들 콘크리트 속에서 살고 있으며 생산 활동을 하고 여가를 즐기고 있다. 콘크리트 없는 현대 문명은? 하고 되 묻고 싶다. 이제 “콘크리트란?” 하고 새삼스럽게 묻는다면 뭐라고 대답할까

콘크리트 란?

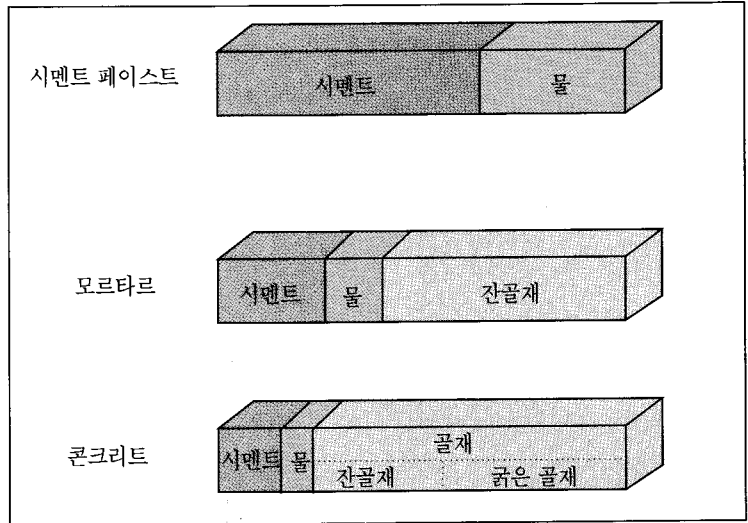
우리는 없어서는 안될 것이면서도 그 중요성을 잊고 있는 것으로 공기, 물 등을 들고 있다. 그러나 요즘에는 환경이니 공해니 하면서 점차 공기와 물의 중요성을 되새기고 있다. 콘크리트도 중요하면

서도 우리가 별로 그 중요성을 생각하고 있지 않는 것의 하나이며, 그 정체를 다 알고 있는 듯 하면서도 정확히 이해하지 못하고 있는 것 중의 하나가 아닐까.

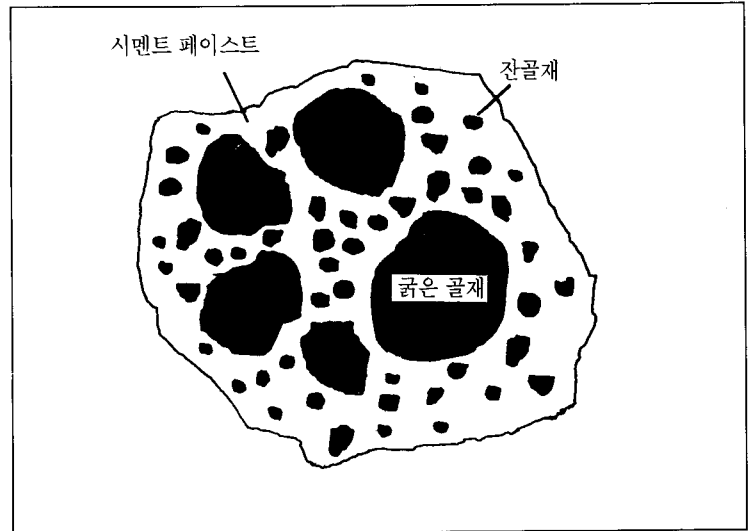
지난 4회까지는 시멘트에 대하여 다루었다. 그런데 이 시멘트는 시멘트 자체만으로는 쓰이지 않고 물을 섞든가, 물과 모래 또는 자갈(이들을 골재라 한다)등과 섞어서 쓰고 있다.

시멘트에 물을 가하고 반죽한 것을 시멘트 페이스트(paste)라 하고, 시멘트에 모래(잔 골재)와 물을 가하여 반죽한 것을 시멘트 모르타르(mortar)라 하며 시멘트에 모래, 자갈(굵은 골재)과 물을 가하여 반죽한 것을 시멘트 콘크리트(concrete)라 한다. 즉 콘크리트는 기본적으로 시멘트 잔골재 굵은골재 및 물로 구성되어 있으며 이것을 잘 혼합 반죽하여 만든다. <그림-1>은 이들의 구성비를 보인 것이며 <그림-2>는 콘크리트의 구성을 좀더 구체적 모식도로 보인 것이다.

이 그림에서 알수 있는 바와 같이 콘크리트는 골재를 시멘트 페이스트로 싸서 굳힌 것으로, 즉 굵은골재는 시멘트 모르타르로 싸여져 있고, 이 모르타르는 잔골재가 시멘트 페이스트로 싸여져 있으며, 시멘트 페이스트는 이들 골재 사이의 틈바구니를 메꾸고 있는 꼴로 결합되어 있다.



<그림 1> 시멘트페이스트 모르타르 콘크리트의 구성 비율(중량)



<그림 2> 콘크리트의 구성

이들중 골재는 일반적으로 물리·화학적으로 안정되어 있어 변화가 거의 없으며, 시멘트 페이스트는 반죽한 직후에는 유동적인 생성한 상태이나 점차로 시멘트가

수화하여 수화물을 생성하면서 경화하는 성질을 갖고 있다.(3회에서 기술) 따라서 시멘트 페이스트는 골재 사이를 채우고 콘크리트를 결합시킬 수 있을 만큼의 양이

면 죽한 것으로 콘크리트의 대부분은 골재가 차지하고 있다. 즉 일반적으로 쓰이고 있는 콘크리트를 구성하고 있는 것은 대부분(약 70%)이 골재이며 나머지가 시멘트 페이스트(약 26%)이고 약간(약 4%)의 공기(혼합할 때 자연스럽게 들어가거나 또는 품질 개선을 위하여 의도적으로 혼합한)이다.

흔히 콘크리트 하면 우선 시멘트만을 생각하기 쉬운데, 이와 같이 골재(모래, 자갈)가 더 많이 소요되므로 골재의 품질 또한 중요하다. 아파트 건설 붐이 한창이던 지난 한 때 바다 모래 소동을 기억할 것이다. 콘크리트에서 물 역시 없어서는 안되는 재료이다. 사막에서 콘크리트 구조물을 만들 때 공산품인 시멘트만 원가를 따져서 시멘트만 가져가면 될 것으로 생각하는 분도 계실지 모르지만 물의 공급을 무시한다면 낭패하고 만다. 콘크리트에는 이외에도 콘크리트의 성질을 바꾸어 주는 여러 혼합 물질을 사용하기도 한다. 따라서 양질의 콘크리트를 만들기 위하여는 이들 각 재료의 특성을 바로 알고 콘크리트의 기본적인 성질을 잘 이해할 필요가 있다. 그러나, 뭐니뭐니 해도 콘크리트를 지탱하고 있는 것은 시멘트임은 말할 나위 없다. 이들 콘크리트를 구성하는 재료를 사용 목적에 따라 또 사용 조건에 따라 어떤 비율로 어떻게 배합하여 어떻게 쓰는

가를 알아야 한다. 이에 대해서는 회를 거듭해 가면서 다루기로 한다.

지금 우리는 시멘트 콘크리트에 대해서만 이야기하였다. 콘크리트에는 이 외에도 아스팔트 콘크리트, 래진 콘크리트 등도 있다. 그러나 그중에서 시멘트 콘크리트가 가장 많이 쓰이고 일반적으로 우리는 보통 콘크리트 하면 이 시멘트 콘크리트를 가르키고 있다. 콘크리트는 그 어원으로 볼때 서로 결합하여 성장했다는 뜻을 갖고 있는 것으로, 서로 다른 이종(異種)물질의 결합을 가리키며 이 결합을 위한 결합재로서 시멘트가 쓰이면 시멘트 콘크리트이고 아스팔트가 쓰이면 아스팔트 콘크리트이다.

콘크리트의 시원

현대 문명에서 콘크리트가 없어서는 안될 중요한 구실을 하고 있음은 다 알고 있다. 이 콘크리트 문명도 알고 보면 지난 한 세기 남짓한 동안에 이룩한 것이란 사실을 알면 놀란다.

포틀랜드 시멘트가 출현한 것은 1824년, 물론 이 이전에도 모르타르가 쓰이긴 하였으나 오늘날 흔히 쓰이는 콘크리트의 시원은 19세기초이며, 콘크리트가 인장력에 약하다는 결점을 보완하기 위한 연구는 1850년대에 시작되었다. 1867년에 J.Monier(프랑스인)는

스멘트 모르타르에 쇠줄을 그물모양으로 만들어 넣어 보강하여 화분을 만들었다. 이것은 시멘트 모르타르의 약점을 쇠줄로 보완한 것으로 철근 콘크리트(reinforced concrete, 약칭 R.C)의 시원이다. 그후 그는 수조에 응용하여 특허를 받았다.

이보다 앞서 1851년 런던 공업 박람회에는 포틀랜드 시멘트 제품으로 Aspden의 3.6m×6m×25cm의 콘크리트판이 출품되었으며, 1855년에 J.L.Lambot(프랑스인)가 철망을 넣은 작은 배를 만들어 파리 박람회에 출품하기도 하였는데, 이들 출품은 포틀랜드 시멘트의 콘크리트 구조 재료로서의 앞날을 예견한 것인지도 모르겠다.

1875년에는 스판 15.6m 폭 4.2m의 철근 콘크리트 아치형 다리가 건설되고 이를 계기로 유럽이나 미국에서는 건축물, 교량, 터널, 댐등에 철근 콘크리트 구조물이 만들어져 1900년경에 이르러 철근 콘크리트 시대로 되었다.

콘크리트의 인장 강도를 더욱 높인 prestressed concrete(약칭 PC)의 연구는 1886년 P.H Jackson(미국인)에 의하여 이루어졌는데 이는 콘크리트에 넣은 강재를 콘크리트 양끝에서 긴장 고정시킨 것으로 탄성있는 강한 콘크리트를 탄생시켰다. 그후 이 방법은 여러 연구자들에 의하여 개

량 되었으며 1928년에는 E.Freyssinet(프랑스인)가 콘크리트와 긴장재료와의 관계를 밝히고 콘크리트 제품이나 구조물에 응용하여 PC기술의 기초가 확립되었다.

RC나 PC의 발명은 시멘트의 품질향상과 각종 특수 시멘트의 개발과 함께 콘크리트 구조물을 보다 크고 높고 길고 깊고 그리고 보다 강하게 하는 원동력이 되어 오늘날의 첨단 콘크리트 기술을 탄생시켰다.

콘크리트의 이미지

콘크리트 하면 차고 딱딱하고 무겁다는 느낌부터 받기 쉽다. 콘크리트 포장을 한 롤라 스케이트장에서 놀다가 넘어져서 다친 경험이 있는 어린이는 콘크리트가 잔디밭에 비하여 얼마나 딱딱한 것으로 느껴졌을 것일까. 시멘트 블럭을 쌓고 콘크리트를 치고 있는 건설 공사장의 인부는 콘크리트가 얼마나 무겁게 느끼고 있을까. 전쟁터나 화재등으로 상상하게 남은 콘크리트 잔해를 경험한 사람은 콘크리트가 얼마나 냉혹하게 느껴지고 중압감을 받았을까. 한 밤중 아무도 없는 가로등만이 희미한 불빛을 주는 빌딩 사이의 길을 걷는다면 조금은 섬뜩하게 느껴질 것이다.

이는 콘크리트의 재료인 시멘트

가 돌(석회석 등)을 부수어 가루로 만들고 이것을 구어서 다시 가루로 부수어 만든 것이며 골재 역시 돌로, 콘크리트는 이들 재료를 물로 반죽하여 굳혀서 다시 거대한 인공 돌을 만든 것이기 때문이라.

이렇게 만든 인공석이 콘크리트는 한번 만들면 고치기 힘들며 또 어쩌다 파괴되면 다시 쓸 수 없는 불꽃사나운 괴물로 남게 된다.

그러나 공기처럼 우리와 가까운 이 거대한 인공으로 만든 돌은 그 장점과 단점을 잘 알고 쓰면 만능 선수로 콘크리트의 딱딱하고 찬 인상을 얼마든지 바꿀 수 있다.

우리를 주위의 콘크리트 구조물을 보면 그 형태 표현이 자유로운 것에 놀란다. 건물이나 교량의 조각과 같은 모습이나 여러 형태의 디자인은 우리들에게 콘크리트의 찬 인상을 녹여 준다. 하천이나 산의 자연경관속에 함께 하고 있는 고속도로의 모습, 큰 강을 가로지르고 있는 우아한 모습의 교량등 자연속에 녹아 있고 콘크리트 문명의 산물은 거대하면서도 자연속에서 조화되어 있는 다른 하나의 작은 공간을 연출하여 우리에게 안정감을 안겨준다.

주위의 경관과 조화되어 곡선미도 살리고 큰 벽면에 구멍을 뚫든가 요철(凹凸)을 주어 그 거대함에 대한 위압감을 상쇄시키는 등 여러 표현 수법이 우리 주위에서

볼 수 있다. 또 공원의 꽃, 나무, 잔디등과 맞추어 꾸며낸 콘크리트 블럭, 콘크리트 의목으로 만든 의자의 조경도 우리를 콘크리트의 딱딱함에서 벗어나게 한다.

이런 여러 가지 형태의 자유로운 표현이 가능하며 그런면에서도 값 싸다는 장점을 가진 것이 콘크리트의 특징의 하나이며 우리가 애용하고 있는 이유중의 하나일 것이다. 앞으로 콘크리트 기술의 발전은 더더욱 자유로운 표현을 가능케 할 것이며 매력적인 공간을 우리에게 제공할 것이다.

콘크리트는 20세기의 문화 사회를 지탱할 주요재료의 하나이며 21세기를 창조하는 재료이다. 우리가 현 생활을 영위하고 있는 구조물들은 21세기로의 유산이며 현재 우리의 사회기반 시설이다. 값싸고 구하기 쉬운 이 재료, 그러면서도 우리에게 우리가 원하는 모습으로 조형할 수 있고 환경에 맞추어 색을 낼 수 있으며, 큰 강도를 갖고, 내구성, 내화성, 내수성, 내진성에도 뛰어난 이 재료는 기술의 진보와 함께 하늘높이 땅속깊이 그리고 바다로 우주공간으로 우리의 활동범위를 더욱 넓혀 줄 것이다. 환경에 적응하며 환경에 부드러운 그리고 환경을 사랑하는 시멘트 콘크리트 문화 유산을 남기는 것이 우리가 할 일이다. ▲