

물에 뜨는 콘크리트 - 경량 콘크리트

최 상 홀 (한양대학교 교수 · 공학박사)

시멘트·콘크리트하면 육중하고 큰 구조물이 떠오른다. 하늘 높이 치솟아 있는 콘크리트 건물, 협곡을 가로막고 있는 콘크리트댐이 그렇고 한강의 콘크리트 대교가 그렇다. 시멘트·콘크리트의 특징의 하나가 그가 발휘하는 강도에 비하여 무겁다는 것이다. 이것이 또 콘크리트 구조물이 육중하게 보이고 안전한 모습으로 우리에게 다가오는지도 모른다. 물에 떠있는 콘크리트하면 동화속의 이야기 같다.

1983년 스톡홀름에서 열린 시멘트 물탈로 만든 카누대회에 참가한 시드니대학 학생들은 0.6mm 두께의 물탈로 카누를 만들어 대회에 참가하여 사람들을 놀라게 하였다. 이들은 1980년부터 콘크리트 카누를 만들었는데 그때는 4mm 두께로 카누 무게는 113kg였는데, 1983년에 만든 0.6mm 두께 콘크리트제 카누의 무게는 11kg으로 줄어든 것이다. 콘크리트로 만든 배는 제2차 세계대전 말기 일본에서도 만든 예가 있었다.

물에 뜨는 콘크리트하면 우선 가벼우면서도 강도,

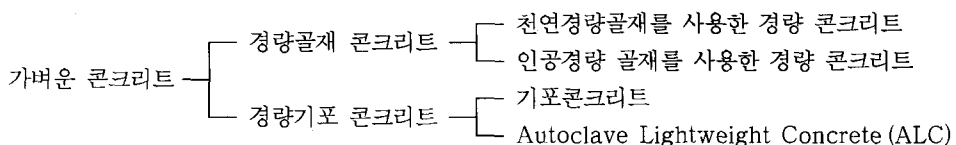
안정성, 내구성 등이 있어야 할 것이다.

가벼운 콘크리트

콘크리트를 가볍게 하려는 노력은 오래 전부터 시도되었다. 콘크리트가 가벼우면 콘크리트 그 자체만이 가벼워지는 것이 아니다. 콘크리트 구조물이 가벼워지므로 그 구조물에 쓰이는 각 부재의 부담도 그만큼 경감될 것이며 구조물 상부의 경량화가 가능해지므로 특히 고층 구조물의 경우 기초의 하중도 적어서 경제적인 것이다. 최근 건축물의 고층화는 콘크리트의 경량화를 요구하고 있다.

시멘트·콘크리트를 가볍게 한다는 것은 콘크리트의 부피의 약 7할을 차지하는 골재를 가볍게 하면 이루어 질 수 있으며 또 시멘트 페이스트에 많은 기포를 넣어주면 가능하다. 골재의 비중이 물보다 작은 것을 사용하고 기포를 골고루 많이 넣은 콘크리트는 물에 뜰 수 있을 것이다.

〈표-1〉 경량 콘크리트의 분류

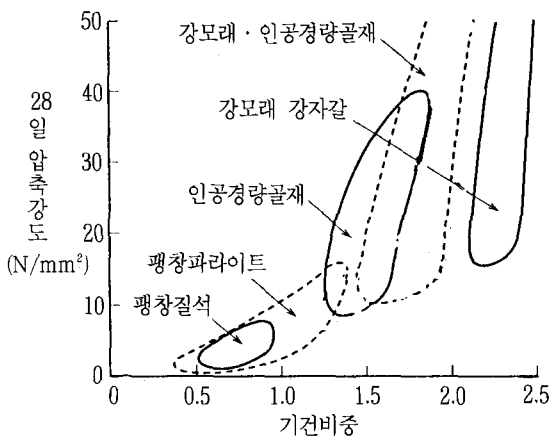


가벼운 콘크리트에는 가벼운 골재를 사용한 경량 골재 콘크리트와 공기 기포를 고루 넣어 준 경량 기포 콘크리트가 있다(〈표-1〉).

경량 골재 콘크리트

경량 골재 콘크리트에 쓰이는 골재는 화산지역에서 산출되는 경석과 같은 천연산의 것과 팽창 혈암이나 질석 등을 구어서 만든 인공 경량 골재가 있다(시멘트 상식 6참조). 이들 골재의 사용으로 경량 골재 콘크리트의 비중은 보통 콘크리트 비중의 50~80%가 가벼워 질 수 있다(보통 콘크리트 1m³의 무게는 무근 콘크리트가 2.3~2.35t, 철근 콘크리트가 2.4~2.5t). 이 콘크리트는 골재 속의 공기에 의하여 가벼워졌으므로 콘크리트의 강도나 탄성계수가 낮아진다. 〈그림-1〉은 경량 골재 콘크리트의 비중과 강도와와의 관계를 보이고 있다.

경량 골재를 사용할 때 주의하여야 할 점은 흡수량이 커진다는 것이다. 따라서 경량 골재를 사용할 때는 미리 골재에 충분히 물을 흡수시켜 두지 않을 경우 시멘트 페이스트중의 물을 흡수하여 슬럼프가



〈그림-1〉 사용골재에 따른 콘크리트의 비중과 압축강도

바뀔 수 있다.

경량 기포 콘크리트

경량 기포 콘크리트는 미세한 기포(氣泡)를 콘크리트에 고루 생성시켜 경량화 한 것으로 기포를 생성시키는 방법으로 기포(起泡)제를 사용하는 경우와 발포(發泡)제를 사용하는 경우가 있다. 전자의 경우 기포제를 교반하여 미리 기포를 만들어 콘크리트 중에 고루 혼합하는 프리폼(pre-form) 법과 콘크리트를 혼합할 때 기포제를 첨가하여 기포를 만드는 믹스폼(mix-form) 법이 있으며, 후자는 시멘트의 알칼리 성분과 반응하여 수소 가스를 발생시키는 발포제를 첨가하여 기포를 생성시키는 방법이다.

경량 기포 콘크리트는 기포의 혼입량과 골재의 종류나 그 배합비에 따라 비중이 결정되며, 특성을 살려 단열 충전제, 내화 피복제, 흡음제 또는 사무실 빌딩의 벽이나 바닥 등에 쓰여 빌딩을 경량화시킨다.

최근에는 비중이 0.6~0.8의 초경량 기포 콘크리트도 개발되고 있다. 기포를 프리폼법으로 만들어 잘 반죽된 콘크리트나 몰탈중에 투입, 혼합한 다음 양생시키는 방법으로 일명 FLC(Form mixed Lightweight Concrete) 라고도 한다. 물에 뜨는 고강도 경량 골재의 사용으로 초경량 콘크리트로서 새로운 용도개발도 검토되고 있다.

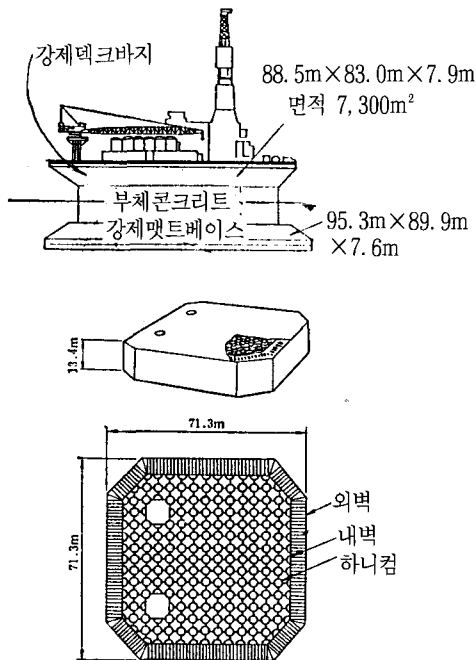
발포제를 사용하여 많은 기포를 넣은 몰탈을 고온 고압으로 양생한 제품으로 ALC (Autoclaved Lightweight Concrete)가 있다. ALC는 생석회나 시멘트 등 석회질 원료와 규사 규석분 등 규산질 원료에 발포제로 알루미늄 분말을 첨가하여 가압솥 (autoclave)에서 약 180°C로 증기 양생한 것으로 가벼우며 (비중은 보통 콘크리트의 1/4정도) 타지도 않고 가공이 쉽고 열이나 소리를 차단할 수 있어

건축물의 칸막이, 외벽, 바닥 등에 쓰이고 있다.

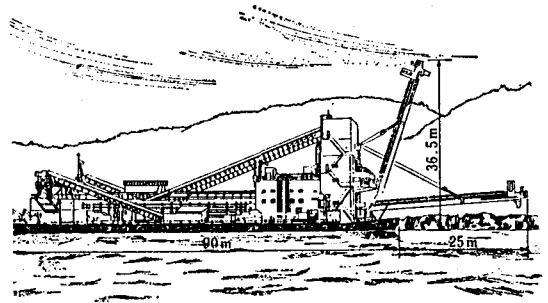
특히 공간의 칸막이를 쉽게 바꿀 수 있어 사용자의 인원구성에 따라 내부공간의 넓이와 용도를 변화시킬 수 있는 가변성 있는 주택이나 사무실이 가능하다.

바다에 떠 있는 콘크리트 구조물

경량 콘크리트의 내구성을 개선하고 고강도화 함으로서 대형 해상구조물도 만들어지고 있다. 바다에 떠 있는 콘크리트 섬인 셈이다. 바다의 특징이라면 파도나 밀물과 썰물 등 해류와의 부딪침, 바다에 떠 있는 부유물에 의한 충격이나 해사에 의한 마모, 수심의 깊어짐에 따른 수압과 수온의 변화, 염분에 의한 침식 등 많은 장애가 있다. 그러나 콘크리트의 특성은 이런 장애에 견딜 수 있는 재료이다.



〈그림-2〉 부채콘크리트의 Super CIDS(위쪽) 과 구조(아래쪽)



〈그림-3〉 콘크리트 플랜트 배

해양 구조물로서의 콘크리트는 그 특징과 규모로 보아 고강도·고내구성을 갖는 경량 콘크리트라야 한다. 몇가지 예를 들어보자. Super CIDS (the Concrete Island Drilling System)는 알래스카 북쪽의 북극해에서 석유 채굴에 쓰이고 있다. 부(浮)체 콘크리트는 하니컴구조로 또 북극해에서 작업할 수 있게 얼음이나 수온, 기온에 견딜 수 있게 설계되어 있다(〈그림-2〉). 일본 세토대교 시공시에 쓰인 콘크리트 플랜트 배도 선체를 가볍게 하기 위하여 경량골재를 사용하였으며 프레스트레스 콘크리트로 되어있다(〈그림-3〉). 컨테이너 부두를 프레스트레스 콘크리트로 한 부유부두도 만들어지고 있다.

삼면이 바다로 둘러싸인 우리나라에서도 해양, 항만공사, 수산양식, 해저자원 개발, 조류발전 등 특히 현재 진행중인 서해안 개발사업 등 해양 구조물 건조는 당면한 과제이다.

콘크리트의 경량화와 고강도화는 서로 모순된 명제일지도 모르겠으나 그러나 그 만큼 더 우리가 바라는 속제일지도 모르겠다. 경량 콘크리트의 출현은 도시 경관을 바꾸어 위압적인 도시 구조를 부드럽게 할 수도 있을 것이며, 다양한 수상(해상) 시설물도 우리의 생활을 윤택하게 할 수도 있을 것으로 이미 실현되고 있다. 복합체의 사용, 시멘트의 고기능화 등 시멘트·콘크리트 과학발전에 기대되는 바 크다. △