

현장
리포트

돔 구조를 이용한 사일로

미국현 / 대불출하기지 현장 대리

강지훈 / 연구개발부 사원

공사개요

- 공사명 : 쌍용양회 대불출하기지 신축공사
- 위치 : 전남 영암군 삼호면 옹당동
- 설계 및 감리 : Dome Technology(돔 사일로 1,271)
- 공사금액 : 919백만원(돔 순공사비)
- 공사기간 : 95. 8 ~ 95. 10
- 공사규모 : 대지 34,542m²(10.499평),
돔 건축면적 2,362m²(715평)

돌 건축면적 2,362m²(715평)

사람들은 예로부터 자신을 외부로부터 보호하기 위한 방어 수단으로 끊임없이 건축을 이용해왔다. 때로는 나무로, 돌로, 벽돌로, 흙으로 하늘을 가리고 새로운 공간을 창조하려고 하였다. 그 수많은 공간 중에서 시대와 양식이 변하면서도 인간에게 꾸준히 상징성을 주는 건축물이 바로 돔 구조물이다. 때로는 성으로, 때로는 교회의 일부분으로, 기술이 상당히 발달된 현대에 돔은 내부지지없이 가장 유효면적을 많이 확보하는 효과적인 구조물로 인식되어 대형 경기장 등에 주로 사용되어 그 상징성을 계속 유지하고 있다.

한일 수퍼게임이 개최된 일본의 도쿄 돔이 이러한 점을 나타내는 가장 좋은 예이나, 안타깝게도 국내에서는 이러한 장점을 지닌 돔 구조물을 보여주지 못하고 있는 실정이다.

금번에 당시에서 목포 대불출하기지에 시공한 돔은 비록 거대 구조물은 아니지만 새로운

가능성을 보여 준다고 하겠다.

쇼크리팅 둠이란?

당사에서 시공한 둠은 쇼크리팅 둠 공법을 사용한 것으로 국내에서는 이 방법을 사용한 최초의 둠이다. 당사에서 사용한 쇼크리팅 둠 공법을 간략하게 설명하면 다음과 같다.

1. 기초 시공

모든 구조물은 기초가 가장 중요하겠으나 둠 구조물의 기초는 내부에 특별한 지지점이 존재하지 않으므로 둠의 골조가 안착하는 부분에 원형의 기초가 존재하게 된다. 쇼크리팅 둠 공법에서는 둠벽체가 그대로 기초로 이어지므로 이 부분에 일반적인 형태의 링기초를 설치하여 둠의 하중을 지지하게 된다.〈그림 1〉 참조

2. Skin의 부양

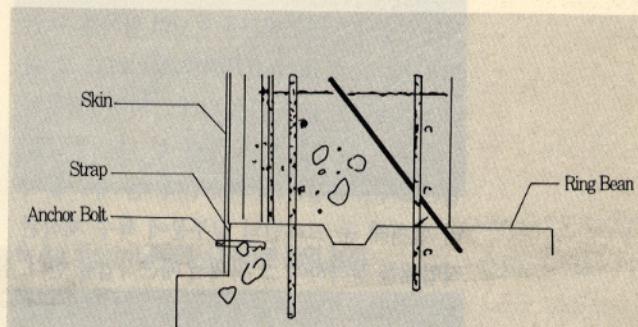
쇼크리팅 둠 공법의 가장 핵심기술 중 하나로 둠의 형상을 만들기 위하여 백색의 특수막(Air Form)을 링 기초 측면에 띠쇠를 사용하여 장착한다. 보수작업을 거친 후 송풍기를 가동하여 Air Form 을 부양하게 된다. Air Form이 외기의 영향을 받지 않을 정도가 된 후 이중문 구조로 된 출입구를 설치하고 둠의 형상유지를 위해 쇼크리팅이 완료될 때까지는 송풍기를 계속 가동한다.

이 Air Form은 외부에서 직접 보이는 부분이며 공기압에 저항해야 하고 둠 형상을 나타내야 하므로 색상이나 재질이 상당히 중요하다.〈그림 2〉 참조

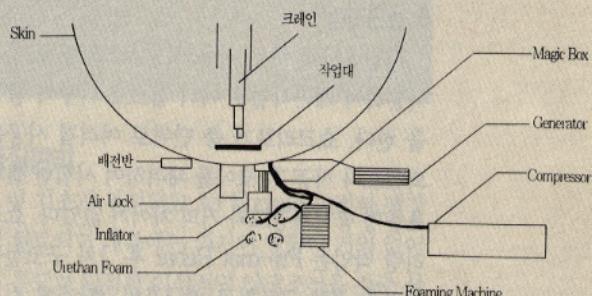
3. 폴리우레탄 폼의 뽐칠

쇼크리팅을 위한 거푸집 기능(경량형틀의 기능)과 더불어 철근 지지대의 목적으로 Air Form 내부 표면에 단열용의 화학제인 폴리우레탄을 컴프레셔와 Foaming 장치를 이용하여

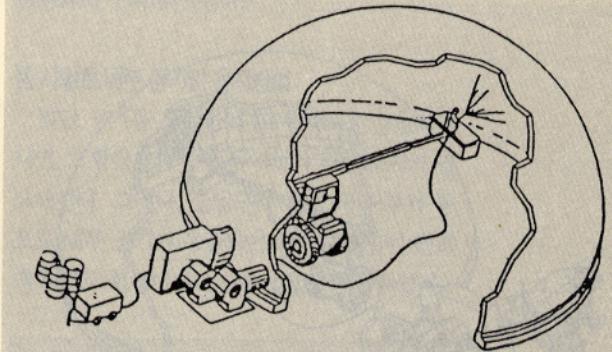
50mm 두께로 뽐칩니다. 철근을 고정시키는 Sticker 부착을 위하여 그 두께의 절반씩을 나누어 시공한다.〈그림 3〉 참조



〈그림 1〉 링기초와 스킨의 접합



〈그림 2〉 Inflating 및 Foaming 장비 배치도



〈그림 3〉 Urethane Foaming 작업

4. 배근

배근은 축하중과 횡하중을 고려하여 격자형으로 하며 배근방식은 돌벽체의 두께 및 개구부의 위치에 따라 다른 방식을 사용한다. 배근순서는 우선 1차 구조철근을 견고히 달아맬 수 있도록 Pre-mat Rebar(D10)를 설치하고 그 위에 쇼크리팅을 한다. 다음 단계로 외부철근(1차 구조철근) 배근과 쇼크리팅을 한 다음에 내부 철근(2차 구조철근)을 배근한다. 돌 내부에 미리 설치해 둔 크레인의 끝부분에 특수 제작된 작업대를 장착하여 그 위에서 배근작업을 한다. 배근공법의 가장 큰 문제점은 철근의 고정방법인데, 이는 각 쇼크리트 작업전 미리 설치한 와이어에 결속하여 해결하였다.

5. 쇼크리팅

터널공사에 주로 사용되는 쇼크리팅 공법을 사용하여 배근작업후 여러 겹으로 나누어 뿐칠을 한다. 쇼크리트가 층 단위로 여러겹 시공은 되었으나 시공 후 코아를 채취하여 시험한 결과 표준형 공시체강도와 거의 차이가 없었다. 쇼크리팅 작업은 Pre-mat Rebar 후, 1차 구조철근 배근후, 2차 구조철근 배근후의 3단계에 걸쳐서 시행한다.〈그림 4〉참조

6. 마감

내부는 주거용이 아니므로 마감공사에 크게 주의할 점은 없으며 마감층은 평활한 표면을 만들기 위해 고운 골재를 사용하여 마무리한다. 돌 외부마감은 Air Form 자체가 마감면이 되므로 특별한 방법은 요하지 않는다.

돌 사일로 시공순서

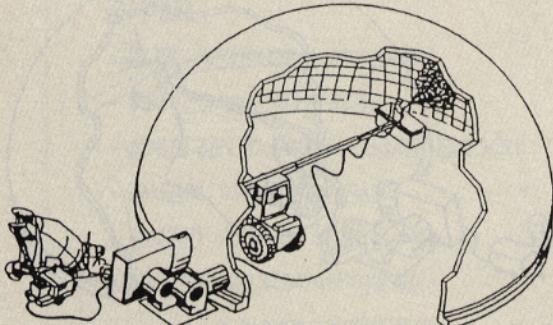
1. 송풍기와 Air Form의 연결작업



2. 공기를 투입하기 전의 Air Form



3. 공기투입 15분후의 Air Form

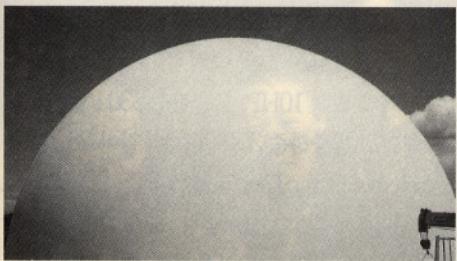


〈그림 4〉 Shotcreting 작업

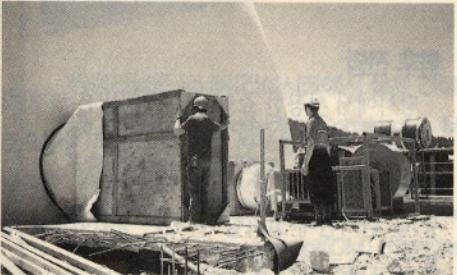
4. 공기투입 30분후의 Air Form



5. Air Form내에 공기가 거의 차있는 모습



6. Air Form이 형성된 후 출입문 설치 모습



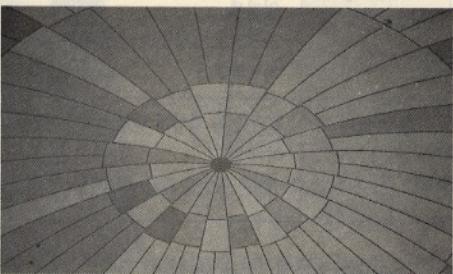
7. 작업자가 Air Form내부로 들어가는 모습. 왼쪽의 구멍은 공기가 투입되는 곳.



8. 공기투입전 Air Form 내부에 미리 설치해둔 크레인.



9. Air Form내부에서 바라본 돔의 천정.



품질관리

링 기초가 완성되고 Air Form의 고정과 팽창이 완료되면 내부에는 외기의 영향이 거의 없어져 온도가 일정한 이상적인 양생조건을 갖춘 상태가 된다. 이러한 상황으로 외부공사보다 우수한 품질을 확보할 수 있으나 다음의 몇 가지 문제점들에 주의해야 한다.

돔 사일로 내부 공기압 유지방법

일단 공기를 투입하여 Air Form을 부양하고 나면 그 형상을 꾸준히 유지하기 위한 조치가 필요해진다. 그러나, 출입구나 틈새, 하자부위 등으로 내부 공기가 유출되어 내부 공기압이 변하게 되므로 현장에서는 다음 방법을 사용하였다.

방 법	해 결 방 안
정압상태 유지	기압계를 이용하여 공기량을 조절
기밀상태 유지	출입구 부분의 특별장치를 설치

철근배근의 문제

철근의 배근은 일반 콘크리트 구조물의 경우와 비교해 큰 차이가 없고 돔의 구조적인 특성상 동일한 형태의 배근이 연속된다. 돔 내부에는 작업비계의 설치가 어려우므로 크레인과 지게차 작업대를 이용하여 배근작업을 실시하였다.

작업환경문제	- 중량철근의 사용으로 작업원의 피로증가 - 작업대의 공간협소 및 불안정한 작업자세 - 쇼크리트 고형물의 낙하 및 고온의 작업환경
품질관리문제	- 철근을 돔 형상에 맞게 밀착고정하여야 함 - *배근간격 및 위치의 부정확성

* 쇼크리트 공법에서는 콘크리트의 피복두께를 정확히 유지할 수 없어서 발생하는 문제를 해결하기 위하여 우레탄폼 작업완료 후에 Depth Gage와 Wire를 미리 표시한 위치에 설치한다.

쇼크리팅 문제

쇼크리팅은 콘크리트의 준비와 양생문제는 거의 없으나 콘크리트의 강도가 쇼크리트용으로는 높은 편이므로 품질관리에 신중해야 하고 양생, 타설시에는 다음사항을 주의한다.

작업환경문제	- 환기문제 : 고온, 밀폐공간, 시멘트분말 부유(호흡, 시각장애) - 일단 작업 개시면 휴식시간 없음 (피로증가)
품질관리문제	- 누수에 주의(콘크리트 불량 경화의 요인) - 기초부위에 비례한 쇼크리트의 잔재 제거

돔 사일로 개요

적재용량 : 10,000 톤/기

크기 : 직경 35.7m, 높이 18.5m

두께 : 하층부 305mm, 중층부 152mm, 상층부 102mm, 254mm

사용장비 및 재료

Air Form : 두께 0.8mm, 내구성 10~15년, 강도 35kg/cm^2

Urethane Foam : Isocynate, Resin 중량비 1:1

쇼크리트 : 설계강도 280kg/cm^2 , W/C = 0.45~0.5, 슬럼프 12~15cm

송풍기 : 출력 10HP, 토출량 2,830 l/sec

크레인 : 양중하중 30톤, Boom 길이 28.1m

Shotcrete Pump Car : CIFA PCS 209 E6, 토출량 $22\text{m}^3/\text{hr}$, 토출압 98.5kg/cm^2

Foaming Machine : Gusher H-200, 토출압 $106\sim 140\text{kg/cm}^2$

향후 전망

당사에서 시공한 쇼크리트 돔 공법은 몇 가지 문제점을 잘 해결하면 비교적 간단한 방법으로 대형의 건축물(공장, 창고, 교회, 주택, 체육관 등)을 단기간에 설치할 수 있는 공법이므로 향후 그 수요가 증가할 것으로 보인다.

더불어 이 구조물은 건설지역에서 돔의 특성상 랜드마크가 되어 돋보이는 구조물이 될 것이다. 그러나, 현재의 이 공법으로는 직경이 90m 정도까지가 가능하므로 그 이상의 구조물에 대해서는 또 다른 기술과 공법이 요구되며 그 결과 좀 더 자유로운 평면 및 형상을 가진 돔의 시공이 가능해지리라 본다.

따라서, 여러 사람들이 함께 즐길 수 있는 공간을 확보하는 상징성 있는 돔 구조물들을 쉽게 건설할 수 있도록 끊임없이 기술력을 축적해야 할 것이다. 