

Dome Storage

李 承 赫(編譯)

〈韓國洋灰工業協會 技術課代理〉

1. 개 요

Dome Storage는 밀폐된 철근 보강 콘크리트 구조로서 지주를 설치하지 않고 대형 스펠을 이용한 효율적·경제적인 공법의 구조물이다. 이는 시멘트는 물론 모든 종류의 벌크저장시설중 유일한 시스템으로서 각 산업의 다양한 요구조건에 맞도록 여러가지 형태의 특별한 설계방식이 현재 개발되고 있다.

Dome silo의 건설상 주요 특성중의 하나는 건축비용이 매우 저렴하다는 점이다(〈表-1〉참조). 기초공사나 이송 덕트 등은 단지 일반 공법에 의한 건설의 일부에 불과하나 그 외의 분야에는 단계적인 과정의 Know-how가 있다.

Air-form은 폴리우레탄에 의한 차폐성 및 높은 자외선 저항성을 가진 외장보호재로서의 역할을 하게 되고 응축되지 않는 완벽한 건조내장벽을 보장할 수 있다고 한다.

2. 건축 공정

Dome silo의 건설은 dome 둘레인 원형의 콘크리트 기초부터 시작한다. 이 공사에는 파일공사나 그밖의 기초공사는 필요치 않다. dome 피막에 설치할 보강 bar 및 기타 내용물은 가능한 한 평평하게 쌓아두고 이 안을 플라스틱 판으로 보호한다.

작업자는 대형 직포막을 풀어서 콘크리트 링 위로 펼친다. 일단 펼친 막은 2가지의 작업용 받침대

(하나는 분사용으로 좁고 또 하나는 보강 bar 설치용으로 매우 넓다)가 부착된 40톤급 유압 크레인의 중심에 맞도록 돌려놓은 후 직포 막을 거들(girdle) 팽창앵커볼트 그리고 붕괴 방지용으로 air-form의 날에 사용하는 1"의 연결식 누름대 등으로 완전히 부착시킨다.

필요시 플라스틱 막을 부풀리기(약 2시간 소요) 전에 적당한 공기가 차도록 기다려야 할 경우도 있다. 송풍기에 의한 부풀리기 작업은 dome 콘크리트가 dome 자체를 지탱할 수 있을 때까지 계속되어야 하며 이때 내부정압은 水柱 2" 정도로 한다.

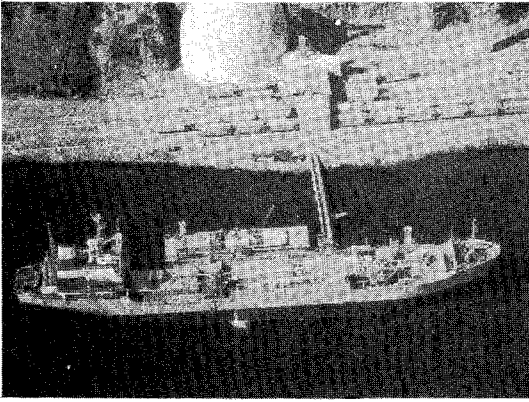
Air-form 내부 벽면에 1" 두께의 폴리우레탄 폼을 치고 여기에 보강 bar 격자의 첫 층을 지탱시키기 위한 금속 앵커를 파묻는다. 유압 크레인으로 지탱되는 넓은 발코니형 basket을 설치하여 작업자는 먼저 보조지탱용으로 직경 3/8", 격자간격 60cm의 보강 bar를 설치한 후 다시 콘크리트에 묻음으로써 重構造物로서의 지탱이 이루어지게 된다.

고강도 ready mixed shotcrete는 크레인 붓 끝에 달린 작업자의 basket으로부터 분사된다. 콘크

Dome silo와 일반 silo의 비교

〈表-1〉

항 목	Dome silo	일반 silo
공사비용 (천 US\$)	2,000	2,700
공사기간 (월)	8	18
전력원단위 (Kwh/톤)	0.35	0.15
가동·보수비용 (US\$/톤)	0.08	0.04

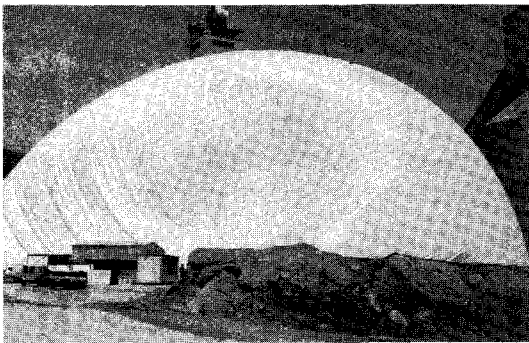


〈사진-1〉 멕시코 파이마스 시멘트 터미널(시멘트 저장능력 30,000톤)

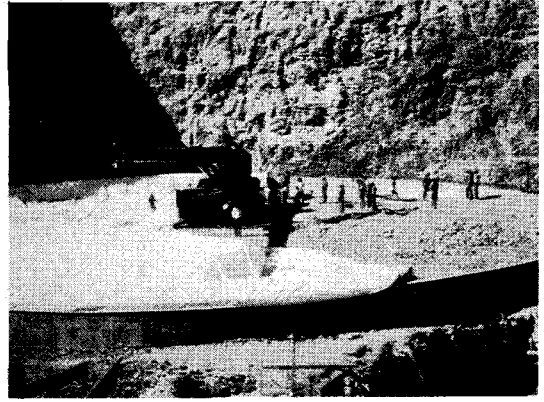
리트의 첫 층은 얇지만 강도가 발현될수록 점차 두껍게 매기며 이미 응결된 콘크리트와 보강 bar로서 지탱하게 된다. dome 아랫부분은 최소한 2층으로 최고 11/4"의 중보강 bar를 친후 두께 46cm까지의 두꺼운 벽으로 강화시키고 dome 꼭대기로 갈수록 10cm까지 점차 얇게 한다. 이 두께는 그 사용목적에 따라 다양화할 수 있다.

보강 bar 작업과 shotcrete는 약 6m 높이의 수평벨트에서 서로 교대된다. 폴리우레탄 및 shotcrete에 관한 모든 작업활동을 재검토해 보는 것은 중요하며 보강 bar 작업은 크레인의 붐에 달린 작업 basket 밖에서 실시된다. 크레인은 붐의 延長 및 dome 표면을 덮기 위한 회전이동 외에는 움직임 필요가 없다.

피막공사가 완료되어 일단 콘크리트가 굳으면 크레인은 공기 lock의 위치가 되며 차후 통로의 하나가 될 도려낸 환기구를 통해 밖으로 빼낸다. 시멘



〈사진-3〉 Air-form 부풀리기 작업



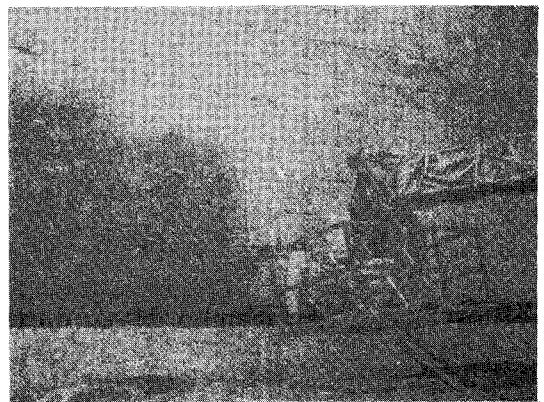
〈사진-2〉 Air-form을 위한 대형 직포 막의 펼치기 작업

트 사일로의 conical fill 공사에 사용 될 자재 및 필요한 건설장비를 들이는 데도 이 환기구를 이용한다. conical fill 내에는 dome 중앙의 chappel 추출통로용으로 파형강관을 설치한다.

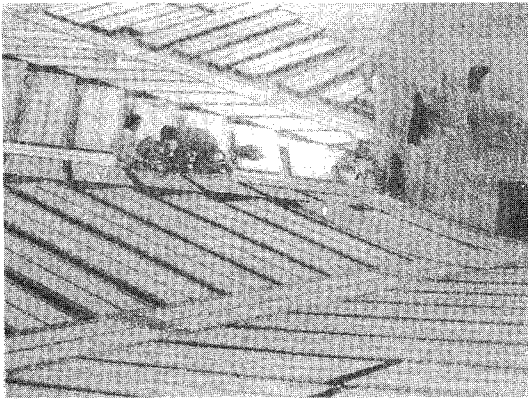
시멘트용으로서 내부의 콘크리트 슬래브(15cm)는 fill을 덮고 dome 바닥의 약 80%를 차지하는 air slide를 지탱한다. air slide 설치 및 필요한 배관 공사를 마치면 침입구를 봉하고 가동 및 보수시 사용할 맨홀 통로로 철수한다. 그외의 마감작업으로서는 각종 문, 천정, 바닥포장, 냉난방 및 공해방지 설비 등이 추가될 수 있다.

3. Shotcrete

산업적으로 분사식 콘크리트는 이른바 습식 또는



〈사진-4〉 보강 bar 설치 후 크레인 붐 끝의 basket로부터 분사되는 고강도 shotcrete 작업

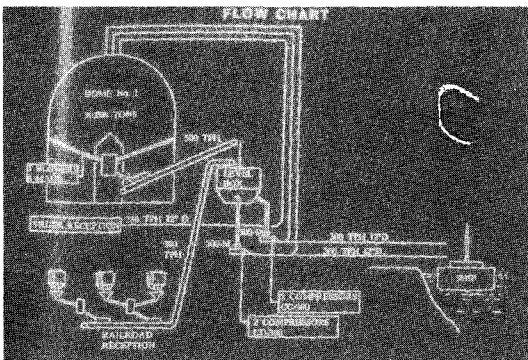


〈사진-5〉 시멘트 사일로로서의 마감작업인 air slide의 설치

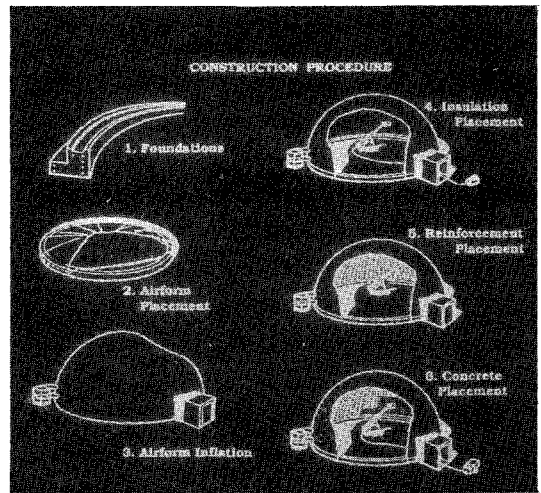
건식으로 적용되고 있으나 dome에는 습식공법을 택하고 있다. 분사식 콘크리트 공법에는 다소의 경험이 필요하지만 이는 대체로 분사식 콘크리트 전문가들에게는 잘 알려져 있으며 단지 dome 식에서와 같이 연결표면에 분사되는 콘크리트는 경질표면에 분사되는 콘크리트와는 전혀 다르다는 점이 특징이다.

오직 공기압으로만 지탱된 air-form에 밀폐층과 보강 bar로만 구성된 dome의 건축공정상 그것은 항상 고려되어야 할 부분으로서 경질표면 분사에 비해 다음과 같은 점이 전혀 다르다.

- ① 수직면은 1회의 조작으로 분사.
- ② 두께는 1회 분사를 단위로 하여 결정.
- ③ 층간의 overlapping에는 조인트가 나타나지 않음.
- ④ 층간 간격.



〈사진-7〉 멕시코 과야마스 터미널 공정도

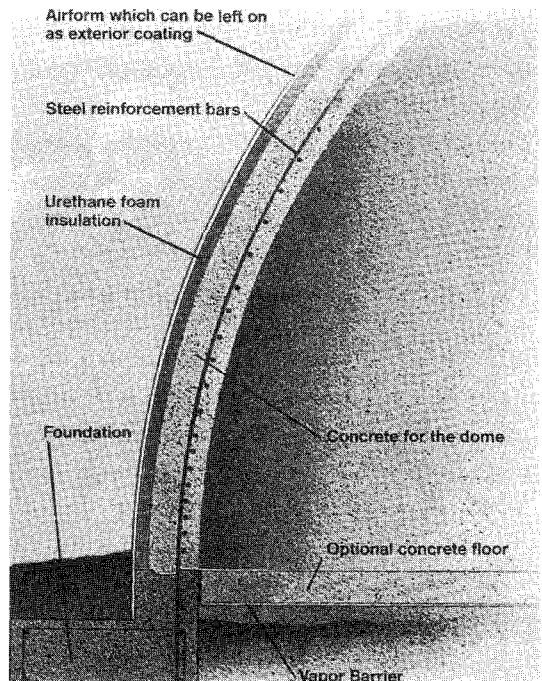


〈사진-6〉 건축공정

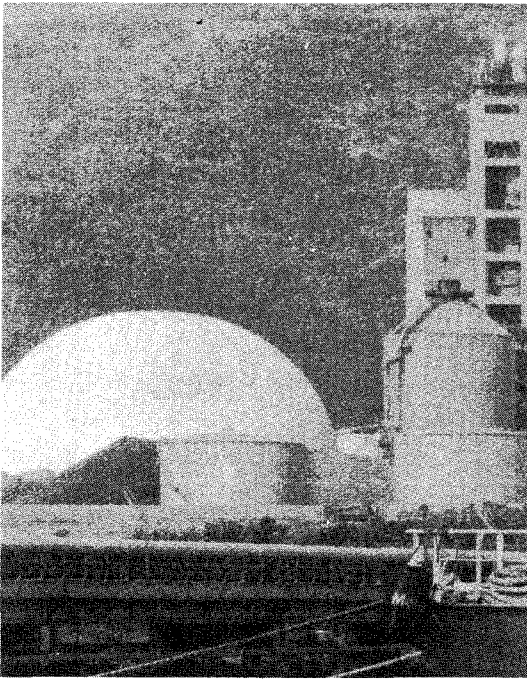
4. 콘크리트

부드러운 콘크리트를 얻기 위해서는 다음 사항이 가장 중요하다.

- ① 콘크리트의 주도(稠度 : Consistency).
- ② 분사 기술자.



〈사진-8〉 Dome의 단면도



〈사진-9〉 스페인 Cementos del Mar社의 100,000 톤급 크링카 사일로

③ Gun의 적절한 압력 : 압력이 너무 높으면 크게 튀고 울퉁불퉁해질 수 있다. 또한 압력이 너무 낮으면 보강 bar를 완전히 덮을 수 없다.

④ Dome 표면에 분사되는 콘크리트의 분사각도.

⑤ Gun과 dome 표면간의 정확한 거리.

⑥ 크레인 운전자와 분사 기술자와의 협조.

Dome에 사용할 콘크리트를 선정할 때는 특별한 주의가 필요한 바 이에선 정확한 주도를 유지하여야 한다. 그렇지 않으면 콘크리트가 탈락되거나 무너질 수 있으며 시방에서와 같은 보강 bar를 완전히 덮어 씌울수가 없게 된다.

콘크리트에서의 요구사항 외에도 gun의 취급자 또한 완벽한 건설을 위해 대단히 중요하다. 한편 dome 건축에는 대지의 조직을 안정화시키기 위한 飛階공사를 그다지 필요로 하지 않는다.

콘크리트 분사에 필요한 장비 및 폴리우레탄 폼 재료는 dome 바깥쪽에 두고 콘크리트 펌프와 gun은 호스로 연결하며 분사에 필요한 컴프레서를 준비한다. 콘크리트는 레미콘 수송이 아닌 현장 콘크리트 믹서기를 사용하며 폴리우레탄 폼의 사용을 위한

장비가 필요하다.

Dome 내부공사에 필요한 장비나 연장, 재료 등은 air-form을 치기 전에 dome 내부에 배치하여야 한다.

5. 효 과

1) 강 도

밀폐 콘크리트 dome은 기본적으로 아치형으로서 강도가 우수하고 載荷物의 관리를 용이하게 한다.

2) 공사기간

Air-form 공법 및 dome 내부에서 이루어지는 특이한 건축공정이기 때문에 날씨에 관계 없이 전천후 공사가 가능하다. 또한 이 공법은 총공사기간 및 작업인원 규모를 축소시킬 수 있다.

3) 공사비용

거의 모든 부문에 있어서 dome은 다른 저장 시스템보다 경제적이다. 동일한 저장능력을 갖는 표준 사일로의 건설비용에 비해 대략 25%의 비용을 절감시킬 수 있다(〈表-1〉).

6. 결 론

Dome은 시멘트 및 크링카 또는 플라이 애쉬 등 2~10만톤급의 벌크저장에 이상적인 건축형태이다. steel apron 컨베이어가 필요한 크링카의 취급에 있어서도 중구조물과 최대 하중에 대해 문제없이 dome에 의해 지탱된다. Dome silo의 기하학적인 형태(반구형)에 의한 하중은 초과 건설비용 발생의 요인이 되지 않는다.

마지막으로 간과할 수 없는 요소가 환경문제이다. 표준 사일로는 대조적으로 dome은 완전 폐쇄되어 있기 때문에 완벽한 방진 구조물이다. 장차 이러한 dome 시스템은 산업조경의 항구적인 부분을 구성하고 환경보전을 위한 방진 storage가 될 것으로 본다. ▲

〈資料〉 CEMENT REVIEW 91, June, 92, Jan, WORLD CEMENT 92, Feb.〉