

제16호 건설기술정보지는 지난 최근 2년간 한진주간소식에 실렸던 신기술, 신공법 일부를 분야별로 발췌, 총 69개 항목을 게재한 것으로 이 내용은 국내외 전문잡지 및 도서에 실렸던 건설분야의 신기술, 공법, 재료, 장비등에 대한 기사를 요약한 것입니다.

- 목 차 -

I. 新技術, 工法

1. 堡의 관통공 및 벽 개구부 둘레의 보강	1
2. PEB 시스템 공법	2
3. SSG 공법을 이용한 건축물 외장 디자인	2
4. 호스를 이용한 콘크리트 이어치기 부분의 처리	3
5. 지하공간 개발	4
6. 전천후 공사용 架設 지붕	5
7. 鐵骨시공 레이저 自動計測 시스템	6
8. C판넬 벽체 工法	7
9. 특수 형강을 이용한 기둥개발	7
10. 스트레치 공법에 의한 장스펜 구조물	8
11. RC 구조체 구축 SYSTEM 개발	9
12. 폴리머 시멘트를 이용한 콘크리트 養生法	9
13. 폴리우레탄을 이용한 초고속 콘크리트 구조물 시공법	10
14. 콘크리트 구조물의 보수공법	10
15. 달에서의 콘크리트 생산	11
16. 축벽콘크리트 타설 시스템	12
17. 建設工事의 資材管理에 Bar Code 도입	12
18. 地下 構造物을 남겨두고 建物을 改築하는 방법	13
19. 고층빌딩 종합기계화 공법	14

20. 철골을 사용하지 않은 고층빌딩 건설	14
21. FAN을 이용한 인양 제어 SYSTEM	15
22. 大深度 지하공간 개발	16
23. 준설시 수질오염을 절감시키는 준설선의 개발	16
24. 강관파일 주열 上部孔 工法	17
25. SIMAR 공법(흡수형 진동봉 체결 공법)	18
26. 거푸집이 필요없는 옹벽	19
27. 암반 향타 공법	19
28. 세계 최대의 ITAIPU댐 공사	20
29. 화력발전소에서의 새로운 燃燒技術 개발	21
30. 토양 정화식 오수처리 시스템	21
31. SIG(Super Injection Grout)공법	22
32. MJP(Mixing Jet Pump) Sand-Carry 공법	22
33. ECL(Extruded Concrete Lining)工法	23
34. 巨大 케이슨을 이용한 교량 기초작업	24
35. 老朽 橋梁 보강	25
36. 조립식 汚水處理 시스템	25
37. TENSAR GEOCELL MATRESS 공법	26
38. 경량 하이브리드(Hybrid)지붕	27
39. 석면 粉塵의 飛散 防止處理 工法	28
40. 골프장 제초제 처리	29
41. 승강기의 최근 동향	29
42. 이온 방사형 피뢰침	30
43. 電力시스템에 光통신 이용	31
44. 지열 발전	32
45. 하수열의 지역 냉난방 이용	32
46. 落雷 警報器	33
47. 汚染의 熱을 이용한 給湯 시스템	33

II. 材 料

1. 日本의 次世代 콘크리트 開發 畧	35
2. 아라미드 섬유를 이용한 RC 구조물의 보수, 보강공법 및 PS부재의 개발	37
3. MDF를 이용한 거푸집	38
4. 고장력 비닐을 이용한 철근 代替資材 개발	38
5. 地中 연속벽용 鋼材 개발	39
6. 이산화탄소 흡수 신소재 콘크리트	40

III. 裝 備

1. 콘크리트 구조물의 균열 자동 계측차량	41
2. 바닥 하드너 시공장치	42
3. 無人 측량 로봇 개발	42
4. 자동 수평기준먹줄 시공장치	43
5. 경량 소형 結露 豫知機	44
6. 鐵骨柱 자동용접 Robot 시스템	44
7. 管渠 자동진단 로봇트	45
8. 파일 자동 항타 검측기	46
9. 콘크리트 파일(Concrete Pile) 頭部 절단기	46
10. 대기오염 감시	47
11. 전동기 성능시험기 국산화	48
12. 고압의 WATER JET를 병용하는 TBM공법	49
13. 670KW급 燃料電池 실용화	49
14. 에폭시 주형 진단 컨덴서	50
15. 相 測定器(PHASE TRACER)	51

IV. 기 타

1. 환경 보전과 경제 성장	52
-----------------	----

I. 신기술, 공법

1. 벽의 관통공 및 벽 개구부 둘레의 보강

R.C조 건물의 보는 설비 배관이나 배선 등이 보를 통과하는 관통공이 생기게 된다. 특히 휨 모멘트나 전단력을 받는 보의 경우 관통공 둘레에 큰 응력 집중으로 생긴 균열로 전단 강도가 감소되므로 보의 가장 취약점이 된다. 이와같은 문제를 해결하기 위하여 관통공 둘레의 보강 공법으로 보강근이나 용접 철망을 배근하는 방법이 취해지고 있었으나 최근 일본에서는 배근 작업의 省力化나 철근량의 저하, 그리고 보다 높은 보강 효과를 위한 각종 제품이 실용화 되고 있다. 아래의 사진은 그 한 예로

- 1) 異型 철근을 스파이럴狀 또는 RING狀으로 가공한 것.
- 2) 직사각형 철근을 교차 시키는 방법
- 3) 한 장의 강판을 프레스성형하는 방법 등이다.

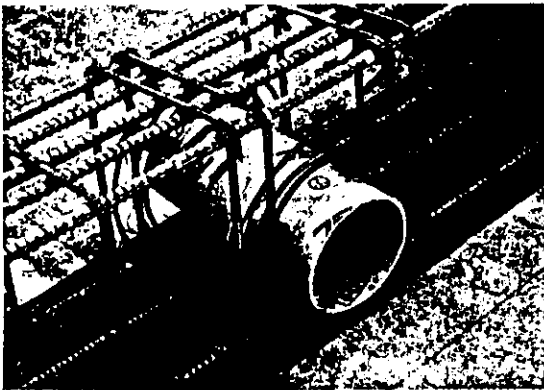


사진1 보 관통공둘레 보강재의 한 예



사진2 벽 개구부둘레 보강재의 한 예

또한 R.C조 벽에 있어서 창문 등의 개구부 주위에 균열이 자주 발생한다. 개구부 둘레의 균열은 누수나 타일 등 外裝材의 뜸(浮上)의 문제가 되기도 한다. 벽체 균열은 개구부 둘레에 응력이 집중하기 때문에 발생되며 응력은 1)自重, 施工時의 하중 2)부동침하 3)건조 수축 4)온도변화로 인한 응력 등이다. 종전에는 개구부 둘레의 보강 공법으로 세로 및 가로근을 촘촘히 배근하는 방법이 취해지고 있었으나 뜸을 경감하고 균열 분산 효과를 높이기 위하여 공장 가공 부재가 실용화 되어 보급되고 있다. 斜筋의 배근 작업을 省力化하여 개구부 둘레의 전단 보강으로 균열의 발생 위치를 분산시켜서 균열의 幅과 길이의 최소화를 피하고 있다.

2. PEB 시스템 공법

PEB(PRE-ENGINEERED BUILDING)시스템은 원래 미국과 영국에서 군사용으로 단시간내에 견고한 철골 구조물을 설치할 목적으로 개발이 되었으나 민간 부문에서 이를 발전시켜 在來式 H型鋼 공법보다 약 30-40% 저렴한 공사비로 시공이 가능하도록 개발된 시스템이다.

재래식 H형강 공법에서는 하중을 받지 않는 부분까지 동일한 철골단면으로 처리할 수 밖에 없었으나 PEB 시스템에서는 컴퓨터를 사용, 정밀한 구조계산과 설계에 의하여 단면을 最適化시켜 공사비를 절감시켰다. 따라서 상부 구조의 하중 감소로 하부 구조의 공사비도 절감할 수 있게 되었으며 철골의 강도면에서 볼 때 재래식 H형강 공법에서는 주로 항복강도 $F_y=36,000\text{psi}(2,500\text{kg/cm}^2)$ 의 강재를 사용하나 P.E.B시스템은 항복강도 $F_y=50,000\text{psi}(3,500\text{kg/cm}^2)$ 의 고강도 강재를 사용함으로써 재료의 절감을 가능하게 하였다.

또한 P.E.B시스템에 사용되는 모든 主,副資材는 공장 제작 후 현장에 투입되므로 현장에서 手作業으로 철골을 용접 가공하는 일이 없어 空氣를 단축시킬 수 있다.

지붕과 벽체 판넬은 알루미늄 55%와 아연 45%의 합금으로 표면을 처리하여 아연 도금보다 耐久性, 耐腐蝕性이 우수하며, 기둥 없이 스패는 최대 95M 까지, 처마 높이는 30M 까지 설치할 수 있다.



3. SSG 공법을 이용한 건축물 외장 디자인

건물의 고층화 추세와 더불어 건물 외벽 마감 방식은 意匠, 構造, 施工面 등에서 장점을 최대한 이용하는 CURTAIN WALL 방식을 도입하여 건물의 全面 혹은 부분을 유리로 하는 건물들이 보편화 되고 있다. 이러한 건물들은 대부분 유리 자체가 아닌 경쾌하고 아름다운 외관을 형성하고 있기 때문에 도시 미관을 항상 깨끗하고 생동감 있게 하여준다.

최근의 전면 유리 혹은 横으로 길게 뻗은 연속 창들을 살펴보면 종래의 창틀 방식(GLASS+MULION)에

서 눈에 띄던 창틀(METAL FRAME)들의 수나 크기가 점차 줄어드는 경향이 있으며 창틀을 가능한 한 유리 배면에 은폐 시키려는 시도(METAL BACK-MULLION 방식)들이 엿보인다.

이러한 추세에 따라 SSG시스템(STRUCTURAL SEALANT GLASING SYSTEM)의 발전이 이루어 졌으며 SSG시스템은 유럽 및 일본에서 뿐만 아니라 이미 국내에서도 활발히 보급되고 있다. SSG 공법이란 그림(1)에서 보는 바와 같이 구조용 접착제(STRUCTURAL SEALANT)로 유리판을 붙이는 공법으로 종래의 CURTAIN-WALL과는 달리 GLASS UNIT간의 접합부 FRAME을 유리 배면에 위치시켜 유리를 지지하는 공법이다. SSG 공법은 유리판을 지지하는 부분의 구성에 따라 그림(2)와 같이 4가지로 구분된다. 각 방법에 대한 선택은 건물 외관의 디자인상의 판단 뿐만 아니라 비홀림 처리(FLASHING), 내진성, 내풍성, 시공성, 안전성 등 종합적인 판단하에 결정해야 한다.

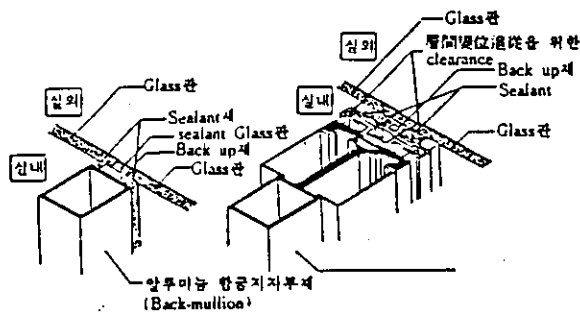
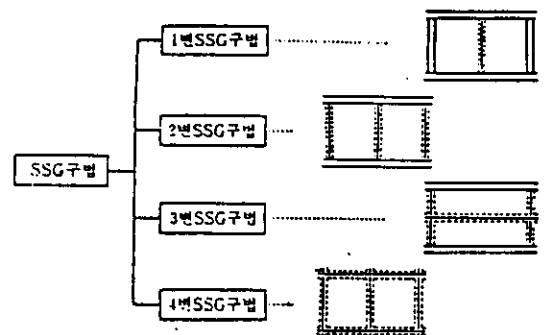


그림1. SSG공법의 개념도



(단) : 구조용접착제

그림2 SSG공법의 종류

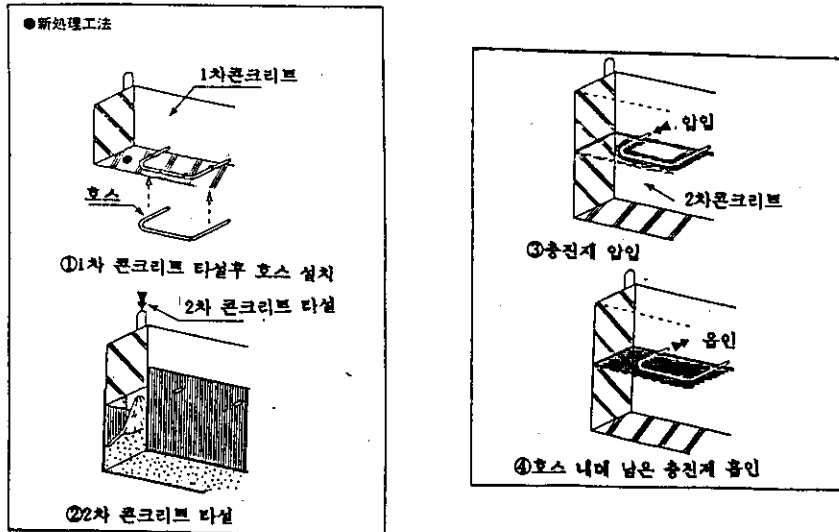
SSG 공법의 주요 특징은 열반사 유리를 사용함으로써 아름다운 외관을 형성케 할 뿐만 아니라 구조 SEALANT를 자외선으로부터 보호해 주기 때문에 유리와의 접착성과 그 내구성이 뛰어난 점이다. 그러나 타 외장 構法과는 달리 유리공사, SEALANT 공사, 세시공사의 3분야로 나뉘어져 있어 서로 다른 工種간의 협동작업을 통한 고도의 품질 확보가 요구되며 현장 시공에서의 책임 및 공장 제작에서의 역할 분담 문제도 해결되어야 한다.

4. 호스를 이용한 콘크리트 이어치기 부분의 처리

최근 일본 하지마건설은 최근 성능과 경제성 향상을 실현한 콘크리트 역타 공법을 실용화 하였다. 이 공법은 재료의 주입과 흡입이 가능한 호스를 이미 타설한 콘크리트에 설치하고 콘크리트 이어치기를 하여 경화시킨 후 호스를 통하여 타설 이음 부위에 주입재를 압입 충전하여 최종적으로 호스에 남아 있는 재료를 흡입시키는 공법이다.(그림 참조)

1차 주입재는 시멘트에 슬러리를, 2차 주입재는 우레탄계 수지를 사용하며 주입, 흡입을 반복하면서 3차까지 충전이 가능하다. 高所 작업에서도 호스 설치만 하면 되므로 안전면에서도 유리하다. 일본의 쓰쿠바 연구소에서 이 공법에 관하여 실물 크기에 시험재를 이용하여 충전성, 지수성의 확인 시험, 코아 공시체, 柱 공시체의 압축 시험에 의한 역학 성능 확인 시험을 한 결과 주입재의 충전 상태가 양호하게 나타났고 수압 5 kgf/cm² 정도까지는 충분한 지수성이 확보되었으며, 일체 타설 방식과 거의 같은 축력 전달 성능이 있음이 판명되었다.

역타설 공법에서 콘크리트 이음 부위의 처리 방법으로는 직접법, 주입법, 충전법이 있으며, 이음부의 성능(구조 성능/지수 성능면에서의 일체성)을 고려하면 충전법이, 경제적인면에서는 직접법이 가장 우수하나 新工法은 충전법과 동등 이상의 지수성능이 있고, 직접법 정도의 경제성을 확보한 것이 특징이다.



5. 지하공간 개발

근래에 들어와 폭발적인 인구, 교통량 증가 및 地價 상승에 따라 주거지나 각종 육상 시설물을 지하에 설치하려는 地下空間 개발이 未來産業으로 부상하고 있다. 지하공간 개발은 굴착, 지반 처리에서부터 지하에 설치되는 각종 시설물의 채광, 공기조화 및 방재시설 등에 육상에 설치되는 시설물과는 매우 성격을 달리하는 高度의 기술축적을 요구하는 사업이다. 이미 유럽이나 일본, 미국에서는 도심지 土地의 효율적 이용과 국가안보 차원에서 지하공간 개발을 서둘러 왔으며 최근 國內에서도 이에 따라 지하공간 개발에 대한 관심이 높아지면서 건설업체에서도 지하공간 개발을 계획하고 있다.

최근 지하공간 개발 사업으로 세계적인 관심이 되고 있는 사업은 지난 1991년 부터 노르웨이의 Olympic Mountain Hall Colosseum 공사로 Gjoevik市的 바위산을 굴착하여 그 내부에 길이 91M, 폭

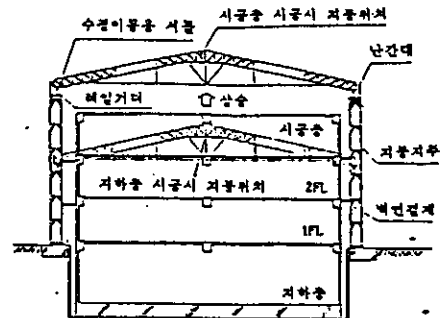
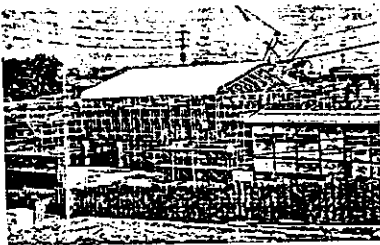
62M, 높이 25M의 대규모 競技場을 만드는 작업이다. 이 공사는 지하공간 개발 분야에서 그 규모에 있어 세계에서 가장 큰 규모의 경기장으로 지난 10월 서울 하이아트 호텔에서 개최된 국제 지하공간 세미나에서도 소개된 바 있다. 이 경기장이 완공되면 오는 94년 노르웨이에서 개최하는 冬季 올림픽의 아이스하키 경기를 진행시킬 예정이다.

6. 전천후 공사용 架設 지붕

기후조건에 영향을 받지 않고 공사를 진행할 수 있는 가설지붕이 개발 실용화 되고 있다. 일본의 熊谷組와 유니티카社가 共同개발한 전천후 공사용 가설지붕(1)은 膜材가 아코디언 처럼 신축하는 지붕 유닛, 지주, 이동식 레일로 구성된다.

이 지붕은 기후나 작업 내용에 따라 신축, 수평 移動할 수 있을 뿐 아니라 공사 진척에 따라 상승시키는 것도 가능하다. 또한 지하공사의 승입(承入)구대 위에서 증기를 사용할 수도 있다. 가설 가능한 면적은 최대 30Mx30M로 지붕 支柱를 이어 붙이면 지상에서 30M까지의 현장에 적용할 수 있으며 또한 30cm 까지의 적설에도 견딜수 있다.

또한 東急建設이 개발 사용한 가설지붕(2)은 지붕부분에 膜材를 설치한 철골 트러스재의 골조를 발판 바깥쪽 전용 架臺(架臺)위에 설치하여 건물 전체를 씌운다. 막재는 방염처리한 것을 사용하며 採光性도 우수하다. 지붕은 아코디언식으로 전동 모터로 여닫게 되고 개폐율은 80%까지 가능하다. 油壓적으로 상승, 하강도 가능하며 지붕은 가설물의 길이 방향 만이 아니고 스펀 방향으로도 연장된다. 설계 풍속은 초속 35M로 25cm의 積雪에도 견디며 電氣 히터로 冬節期 공사도 가능하다.



가설지붕 (I)의 구조도

가설지붕 (II)의 開상태 (上)와 閉상태 (下)

7. 鐵骨시공 레이저 自動 計測 시스템

최근 일본의 大成建設은 고층빌딩의 철골 세우기 작업을 신속, 정밀하게 수행할 수 있는 레이저 자동계측 시스템을 개발하였다. 본 시스템은 1층의 바닥에서 연직 방향으로 4개의 레이저 광선을 발사, 철골 施工층에서 이를 받아 컴퓨터로 철골위치를 계측, 해석한다.

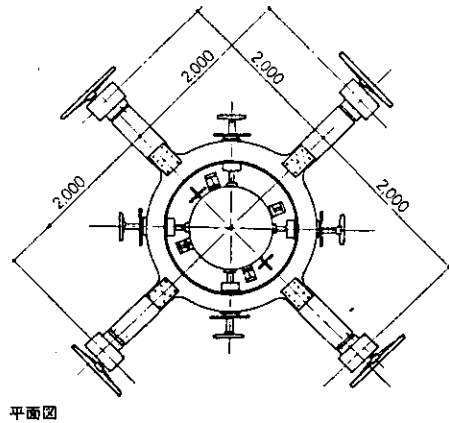
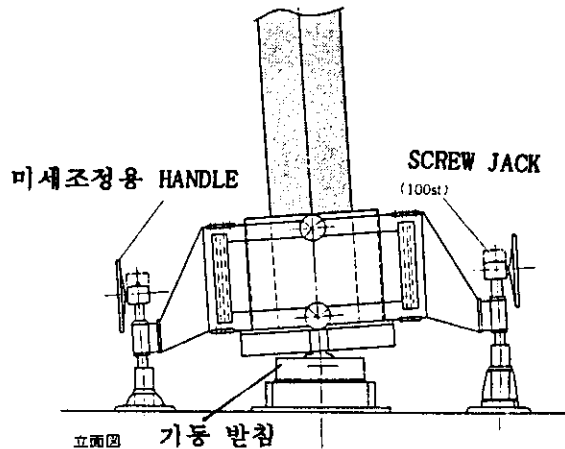
이 시스템은 1층의 4모서리에 설치하는 레이저 연직장치, 철골 시공 층에 장치하는 CCD카메라 및 화상처리장치, 레이저스캐닝 장치 등으로 구성되며 기존의 수작업의 경우 3 - 4명이 하던 것을 오퍼레이터와 보조원만으로 작업이 가능하기 때문에 人力 節減은 물론 安全性도 매우 높다.

자동 계측 순서는 먼저 레이저 연직장치가 레이저를 발사하면 이를 작업 플랫폼의 표적지가 감지하여 CCD 카메라로 촬영을 하여 영상 분석으로 4개의 연직점 결정을 한 후 레이저 스캐닝 장치가 철골 머리부분에 레이저 스포트를 접촉해 각도와 거리를 해석하고 장치 자신의 위치를 구한다.

또한 레이저 스캐닝 장치가 철골 머리 부분에 레이저 스포트를 발사하여 다시 각도와 거리를 측정, 연산해서 철골 머리 부분의 중심 위치를 구한다.

이러한 작업의 반복으로 모니터 TV가 철골 기둥의 變位를 즉시 표시하므로 이 모니터에 의해 작업 원이 위치를 움직여 철골을 바로 세운다.

철골 위치 계측은 手作業의 경우 철골 바로잡기, 조이기, 전용접 후 3회의 측량으로 매우 번거로운 작업이었으나 자동계측시스템의 도입으로 이러한 계측 작업의 필요성이 없어졌으며, 실제 사용에서 연직점 결정은 4초, 스캐너의 1점 당 계측은 0.8초로 나타났다.



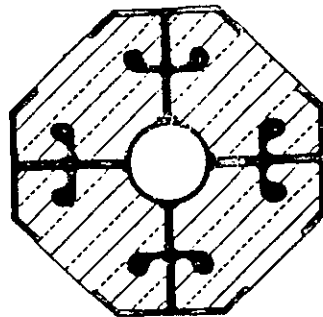
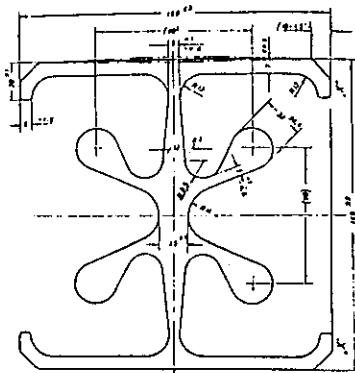
8. C판넬 벽체 工法

현재 日本 건설업계는 木材사용을 절감하고 작업 인부의 고령화에 의한 숙련공 부족에 대처하기 위하여 콘크리트 타설 작업에 거푸집을 사용하지 않는 공법의 개발이나 프리캐스트화를 적극적으로 추진하고 있다.

건축공사 외벽에 사용되는 P.C Curtain Wall은 무겁고 施工에 대형 揚重機가 필요하며, 소규모 공사에서는 사용에 어려운 문제가 따르게 된다. 또한 최근 건물의 省에너지化 및 高性能化가 요구되어 외벽의 내열성, 차음성, 내화성 등의 향상이 중요한 사항으로 등장하게 되어 日本의 鹿島建設은 도아미社와 공동으로, 형틀을 사용하지 않고 鐵筋콘크리트의 耐火性을 확보하면서 외벽, 내벽을 만들 수 있는 "C 판넬 벽체 공법"을 개발하였다.

이 공법은 C판넬이라고 하는 단열재를 中心材로 한 입체 철망 판넬의 표면에 특수 조합시멘트 몰탈을 붓고, 표면을 흠손으로 마감하는 간단한 공법이며 종래와 같이 거푸집을 사용하지 않고 간단히 建物內의 칸막이 벽이나 외벽 Curtain Wall을 만들 수 있다. 이 방법의 특징을 보면 RC 벽체의 강도, 내구성, 내화성을 갖는 벽을 간단히 시공할 수 있고 단열 성능은 같은 두께의 PC벽체보다 약 3배 정도 높은것으로 알려져 있다. 또한 다양한 표면 마감이 가능하고 곡선형의 창이나 곡면의 벽을 간단히 만들 수 있으므로 設計상의 디자인이 매우 우수하다. C판넬의 1평방미터당 중량은 약 5kg으로 매우 가볍고 시멘트 몰탈을 붓을때도 대형기계가 필요하지 않게 된다. 鹿島建設에서는 C판넬 벽체공법을 표면 마감이 다양화, 복잡화 되는 빌딩이나 P.C Curtain Wall의 시공이 곤란할 현장에 적극적으로 채용할 계획이다.

9. 특수 형강을 이용한 기둥개발



합성구조(composite structure)란 두종류의 서로 다른 물성을 가진 재료를 적당하게 조합하여 외력에 대한 부재의 내력을 증가시킨 구조이다. 합성기둥은 보통 H형강 주변을 콘크리트로 둘러싸면가 아니면 양 측면을 콘크리트로 채우고 철근을 배치하여 강재 및 콘크리트가 동시에 연직하중에 저항하게 한다.

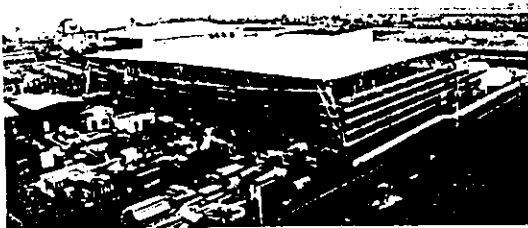
최근 독일의 Hoesch社에서 개발된 합성기둥용 특수 강재(아래 그림)는 강재와 철근을 함께 제작한 강재로서 1250℃의 온도에서 연속주조방법으로 생산된다. 이 강재는 용도에 따라 그림과 같이 여러가지 모양으로 제작이 된다. 왼쪽의 기둥 단면은 기존 H형강의 복부를 보강한 것이며 오른쪽 그림의 기둥 단면은 4개의 특수형강을 조합, 하나의 기둥으로 만든것이다.

이러한 형태의 기둥들은 기둥 단면이 대칭형을 이루기 때문에 원형기둥과 같이 하중이 편심으로 작용하여도 저항 모멘트의 차이가 적게 발생한다. 또한 형강의 복부가 이미 보강이 된 상태이기 때문에 추가의 철근 배치가 필요치 않게된다. 또한 기둥의 내부는 콘크리트로 채워져 강재와 콘크리트가 일체로 작용하므로 구조적 이점과耐火성능 향상을 극대화 할 수 있으며 이외에 가운데 공간은 상하수 도用이나 전기배관용으로도 이용될 수 있다.

10. 스트레치 공법에 의한 장스팬 구조물

일본의 飛鳥건설은 최근 시공중인 격납창고(부지면적 10,028 M², 건축면적 4,429M²) 건물에 스트레치 루핑 시스템(Stretch Roofing System)을 채택하여 지금까지의 스펀의 길이가 최대인 (스팬길이 80 M: 철골중량 560Ton)중간에 기둥이 없는 지붕구조를 실현하였다.

이 工法은 飛鳥건설이 대형 공장을 건설하기 위하여 지난 1990년 濠洲에서 도입한 공법으로 철골구조에 의한 Arch 형상의 지붕을 안전하고 단기간의 공기로 건물의 중간에 기둥이 없는 격납고를 완성하게 되었다. 구조는 上弦材, 下弦材, 傾斜材, 기둥 등으로 되어 있고, 下弦材에는 인장용 PC 鋼線을 통과시켰다. 공사방법은 이들 부재를 한 Frame씩 조립하여 볼트로 조인 후 도장工事を 실시한다. 여기서 아직 한쪽 脚柱는 고정단으로 하고 다른 한쪽은 이동단으로 가설 레일 위에 올려 놓기 때문에 천정부분은 아직 낮은 위치에 있다(사진 1). 다음에 지붕과 천정부분을 조립하고 이와 동시에 전기배선, 조명기구등 설비공사를 실시하며, 유압 Jack에 의해 下弦材를 통과한 PC강선을 인장하면 下弦材가 활처럼 휘면서 이동단 쪽의 脚柱가 Rail 위를 이동하여 Arch 형상의 지붕을 형성한다.(사진 2)



(사진 1)



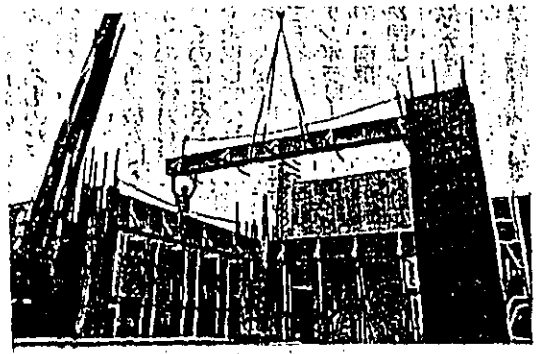
(사진 2)

11. RC 구조체 구축 SYSTEM 개발

일본의 건설업계는 지구환경 보존에 적극적 동참이라는 구호아래 거푸집용의 木材의 사용을 적극 억제하려는 움직임을 보이고 있으며, 이에따라 大材組가 목재 형틀의 사용량을 97% 줄인 신공법을 개발하여 실용화하고 있다.

최근 일본의 대성건설도 지난 6월 기둥, 보, 슬래브, 벽체 등을 통합 구축한 RC구조체 구축 SYSTEM (HMC Super System)을 개발하여 이 System 의 전국적 확산을 목표로한 'HMC 기술연구회'를 설립하였다.

이번 대성건설에서 개발한 system은 합판형틀을 전혀 사용하지 않고 조립 작업량을 30% 절감 시킨 것이 특징이다. 이 System은 모르타르를 무기계 재료인 HMC材를 기본으로 한 두께 20mm의 매우 얇은 기둥용 영구형틀(Super Form)에 경량 외장Panel, P.C.Slab 및 완전 Pre-fab化한 조립철근을 조합하고, 여기에 새롭게 개발한 System 전용 경량가설 Support를 사용하여 구조체 구축을 高度化함으로 조립효율을 향상시켰다.



同社에서는 이미 이 Super Form을 타설 형틀 등에 사용하여 동경 YMCA 국제봉사센터를 시작으로 지금까지 약 32,000㎡의 시공 실적을 올린 바 있고, 또한 Super Form에 외장재 등을 포함시킨 System을 완성하여 이의 보급 촉진을 위한 HMC제의 공동개발 기업 11개社로 구성된 'HMC 기술연구회'를 조직, 전국 확산을 목표로 추진하고 있다.

12. 폴리머 시멘트를 이용한 콘크리트 養生法

일본 前田建設工業는 폴리머시멘트(polymer cement)를 사용한 콘크리트 양생법을 일본 건설성 기술연구소와 공동 연구, 개발하여 실용화하였다. 현재까지 사용되고 있는 콘크리트 양생법은 콘크리트 타설 후 수분 증발을 막고 습윤상태를 유지시켜 주기 위하여 타설한 콘크리트에 하루에 서너 차례 물을 뿌려주거나 시트로 콘크리트面을 덮어주는 방법들이 사용되어 왔으나 양생 효과가 적고 번거로운 뿐 아니라 시공 관리에도 문제점이 많은 것으로 알려져 왔다.

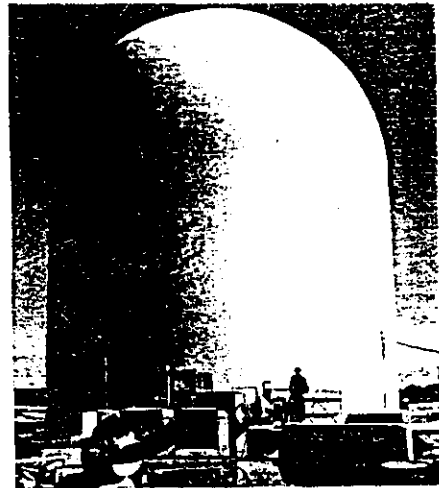
이에 대하여 이번에 개발된 콘크리트 양생법은 먼저 거푸집의 내면에 폴리머시멘트 모르터를 뽐칠 한 후 철근을 배근하고 콘크리트를 타설하는 방법이다. 폴리머시멘트 모르터는 시멘트에 아크릴系 폴리머를 중량비로 15% 정도 混入시켜 제작하며 거푸집의 내면에 3mm 두께로 뽐칠을 하여 콘크리트 표면에 폴리머시멘트에 의한 양생막을 형성시키게 한다.

이렇게 하면 早期 탈형도 가능하여 工事費 절감도 기대할 수 있고 탈형 후 콘크리트 표면에 부착된 모르터층이 콘크리트의 수분 증발을 방지, 효과적인 양생과 콘크리트의 성능 개선과 내구성 향상에 기여를 한다. 또한 모르터층은 마감재 역할도 할 수 있어 시공의 합리화도 이룰 수 있다. 건축공사에서 모르터에 착색제를 섞어 거푸집에 뿔칠을 하여 탈형시키면 별도의 도장 및 마무리 공사가 필요없이 여러가지 視覺的인 효과를 얻을 수도 있고 이것에 모양을 가진 거푸집을 이용하면 여러 형태의 표면을 갖춘 건축물 제작이 가능하다. 지금까지의 시험 결과를 보면 폴리머를 20% 혼입시킨 모르터를 혼합한 시험체를 충격, 콘크리트와의 접착성, 착색, 시공성 등을 시험한 결과 모두 良好함을 보여주어 거푸집, 양생, 표면 마감 공사를 한번에 할 수 있는 방법으로 평가되고 있다.

13. 폴리우레탄을 이용한 초고속 콘크리트 구조물 시공법

최근 美國에서 폴리우레탄(PU)樹脂와 콘크리트 시공을 복합화한 초고속 콘크리트 시공법이 개발되었다. 이 공법은 먼저 구조물의 기초를 만든 후 그 위에 양면이 PVC피복인 폴리에스터천으로 된 돔을 덮어 씌우고 그 안을 공기로 채운다. 이 작업이 끝나면 돔 위를 5mm 두께의 폴리우레탄 수지로 입힌 후 굳어지면 철근을 배근하고 그 위에 고강도 콘크리트를 뿔칠하여 완성시킨다.

그림에서 보는 건물은 이와 같은 방법으로 시공이 된 시멘트 저장용 사일로로서 반경 21m, 높이 20m의 사일로 3개를 만드는데 6개월이 소요됐다고 한다. 작업 중 돔内の 압력은 5기압으로 유지되었는데 내부압력을 유지시키기 위해 매 分 10.4m³의 空氣를 불어 넣어주는 콤프레서가 사용됐다. 이 때 주입되는 공기는 건조하고 油粉이 적은 공기가 공급되어야 한다고 한다.

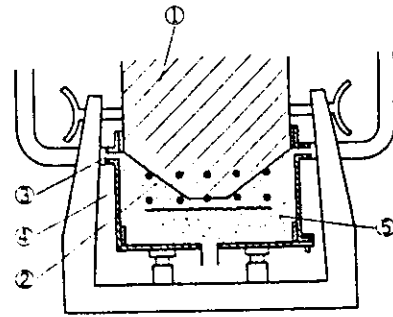


14. 콘크리트 구조물의 보수공법

콘크리트의 중성화 및 염해 등에 의한 철근의 부식으로 인하여 철근이 팽창하게 되면 콘크리트 구조물에 균열이 발생한다. 이 균열을 방지하게 되면 파괴가 내부까지 진행되어 구조물의 붕괴 등 심각한 문제가 발생할 수 있다. 이번에 일본에서 개발된 철근의 부식으로 균열이 발생한 콘크리트 구조물

의 보수 공법은 기존의 방법과는 달리 구조물의 하부면만을 보수하는 것이 특징이다.

콘크리트 구조물① 하부면의 보수할 부분을 깨어 낸 후 보수면②을 형성하고 이 보수 장소②보다 좀 더 윗 부분에 물이 빠질 수 있는 출구③를 가진 거푸집④을 설치한 다음 이④ 내부에 시멘트물탈계의 보수재⑤를 충전시킨다. 이것이 경화하기 시작하면 거푸집④을 상부로 밀어 보수재⑤에서 발생하는 부유물, 공기 등을 출구③를 통하여 거푸집 ④의 외부로 배출한다. 이 방법에 의하여 보수면 ②와 보수재 ⑤ 사이에 간극이 없고 강력한 밀착이 가능해지며 종래의 미장 공법에 비해 시공 능력이 향상된다.



15. 달에서의 콘크리트 생산

미국 항공우주국(NASA)은 21세기초 달에 기지를 건설하고 그곳을 거점으로 하여 화성 유인 탐사를 계획하고 있다. 이미 미국은 지난 1970년대의 월면 탐사를 통하여 달에 대한 풍부한 경험을 축적해 놓은 바도 있지만 月面 기지 건설에 앞서 많은 문제점 해결이 요구되고 있다. 그 중에서 가장 큰 문제는 월면 구조물 설치에 소요되는 엄청난 건설자재 운반비용이다.

이에 소요되는 비용을 최대한 감소시키는 방법으로 월면에서 콘크리트를 직접 생산하는 방안이 연구되고 있는데, 달에서 시멘트를 직접 생산하고 생산된 시멘트를 이용하여 콘크리트를 제조하는 방법이다.

현재까지의 월석 분석결과에 의하면 콘크리트 제조용 골재는 월면에 풍부한 것으로 알려져 있다. 지난 아폴로 우주선에 의하여 채취된 달 모래를 이용하여 시멘트 모르터를 제작, 시험해 본 결과 압축강도가 771Kg/Cm² 으로 지구상의 유사 재료를 이용한 시멘트 모르터 보다 강도가 우수하고 그 외의 공학적 성질도 별 차이가 없는 것으로 나타났다.

콘크리트 배합수로 사용할 물은 월면에 존재하지 않으므로 현재까지 연구된 방법으로 달의 바다에 존재하는 아르메나이트라는 광물을 이용하는 방법이다. 아르메나이트는 그 화학적 구성이 철과 산화티타늄으로 되어 있어 이 광물에 지구로부터 운반돼 온 수소를 반응시키면 $\text{FeTiO}_3 + \text{H}_2 \rightarrow \text{Fe} + \text{TiO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 로 반응하여 물이 생성되므로 여기서부터 물을 얻어 물의 운송비용을 절감시킬 수 있다는 생각이다. 또한 물의 생산과 동시에 철(Fe)과 산화티타늄(TiO₂)도 얻어져 콘크리트 보강재로 사용할 수 있으며 월면을 파쇄한 후 태양열을 이용하여 시멘트를 제조하는 방법도 연구되고 있다.

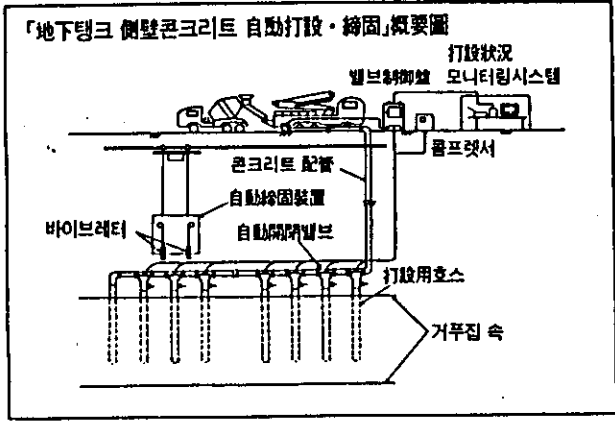
그러나 이보다 가장 큰 문제는 월면에 구조물을 건설하기 위해서는 지구와는 엄청나게 다른 환경을 극복해야 하는 문제로, 월면에서의 중력은 지구의 1/6이며 高眞空, 주야간의 엄청난 온도차(낮:+137

C, 밤:-190 C)와 宇宙線, 태양풍에 의한 방사선, 운석 충돌의 위험성으로 거주할 구조물의 내부는 외부와 완전 밀폐 및 단열이 필요하며 방사선 차단을 위하여 흙으로 구조물을 덮어 싸우거나 쉼터(shelter)가 설치되어야 하므로 이와 비슷한 환경을 지구상에 인위적으로 만들어 이에 대한 연구도 계획을 하고 있다.

16. 측벽콘크리트 타설 시스템

日本 清水建設에서는 東京GAS 根岸 공장 지하탱크 건설공사에서 '側壁 콘크리트 자동타설시스템'을 적용, 지하 탱크의 側壁공사의 콘크리트 打設부터 경화까지의 일련의 작업을 자동화하여 투입인력을 종래의 1/4로 줄이고 작업내용도 기계 조작과 감시를 주체로 하는일로 국한시켜 대폭적인 省力化, 작업환경 개선, 高品質 施工을 실현시킬 수 있게 되었다. 이 시스템은 콘크리트의 자동분배, 自動경화, 타설상황 Monitoring의 3가지 기능을 갖는다.

시공관리자가 自動運轉 버튼만 누르면 콘크리트는 거푸집 속으로 균등하게 분배되어 打設되고 모니터링 시스템에 의해서 타설 상황이나 타설량이 항상 파악되어 품질관리 기준이 엄밀한 지하 탱크 側壁 콘크리트 공사가 효율성이 있고 정확하게 진행된다.



이외 日本 清水建設은 지하 탱크 시공作業의 기계화, 자동화개발에 적극적으로 관심을 보여 지금까지 高能率揚土시스템, 鐵筋Mash Unit 組立 시스템 등을 실용화한 바 있다. 차후의 공사로 예정돼 있는 TL-41지하 탱크(저장량 200,000 KL, 內徑 68.9m, 液深 55.1m)에는 이러한 자동화 시스템을 종합적으로 도입하여 작업 환경 개선을 촉진시킬 방침이라고 한다.

17. 建設工事의 資材管理에 Bar Code 도입

建設공사에서 사용되는 資材의 종류는 토목공사가 약 100종, 건축공사가 약 1,000종에 이른다. 따라서 각각의 工程에 대한 시간 계획과 자재 분배 계획은 매우 까다롭고 복잡하다. 실제로 이러한 자재 분배 계획과 공정 계획이 제대로 수행된다면 상당한 인력과 자재가 절약되어 工事費를 줄일 수 있을 뿐만 아니라 공사 기간까지도 현저히 단축시킬 수 있다. 최근 현장에서 工事を 빠르고 정확히 完了하

기 위해서 데이터의 수집, 진행 상황의 파악에 바코드(Bar Code)를 이용한 연구가 美國 노스캐롤라이나 州立大學에서 수행되고 있어 많은 관심이 집중되고 있다. 특히 1,000種이 넘는 資材를 사용하는 빌딩 건설에 앞으로는 각각의 자재에 고유 라벨이 부착되어 효과적인 자재 수급 계획이 가능할 것이다. 바코드는 또한 資材와 作業에 대한 情報의 識別에 이용될 수 있다.

자재에는 1.라벨을 붙일수 있는 것(鐵骨, PC部材, 建資材 등), 2.직접 라벨을 붙일 수 없는 것(콘크리트 등의 材料), 3.직접 라벨을 붙이기에는 문제가 있는 품목(볼트, 못, 앵커 등)으로 나누어 각각 다른 형태의 관리가 이루어진다.

자재 관리 뿐만 아니라 바코드는 공정 계획 및 실행에 효과적으로 이용될 수가 있는데 입력된 바코드만 검색해 보는 것만으로도 공사의 종류와 진행 상태 등을 파악할 수 있다.

그러나, 바코드를 이용하기 위해서는 바코드의 특징을 파악하고 어떤 바코드 시스템을 사용할 것인가가 중요하다. 또 축적된 데이터를 어떻게 유효 적절히 활용하는가 하는 문제도 대단히 중요한 부분인 것이다. 더욱 우리의 관심을 끄는 문제는 바코드를 이용하면 작업의 效率性과 正確性의 차원을 넘어서 실제로 工事費의 절감을 가져온다는 점이다. 현재 건설 산업에 바코드를 이용하기 위한 연구는 美國에서 가장 적극적인데 이미 건설 산업을 위한 바코드 標準化까지 추진되고 있는 실정이다. 특히 다가오는 미래에는 人件費는 점점 높아지고 모든 산업 분야가 자동화 시스템으로 변화하게 될 것으로 여겨지는데, 유독 建設 분야만이 自動化에 뒤쳐져 있는 실정이다.

그러나 건설 부분의 자동화는 여러 가지 난제들이 있는데, 이 바코드 시스템만 완벽히 갖추어지면 건설 분야 자동화의 중요한 시작이 될 것으로 전문가들은 보고 있다. 현재 미국에서 바코드 산업이 20% 이상씩의 고성장을 기록하면서 더 정확하고 다양하면서도 간편하고 값싼 시스템이 개발될 것으로 여겨진다.

18. 地下 構造物을 남겨두고 建物을 改築하는 방법

日本 清水建設은 기존 빌딩의 地下 부분을 철거하지 않은 채 中高層 빌딩의 改築이 가능한 新工法을 개발, 東京 中央區의 오피스 빌딩에 實用化하였다. 이 工法은 소위 SD(Speedy and Dynamics)공법이라고 불리우며 건물의 개축시 해체작업이 어려운 지하부분은 남겨두고 地中에 파일을 박고 철골로 조립한 인공지반을 그 위에 위치시킨 다음 油壓 Jack에 의해 지반을 들어올리고, 다시 그 위에 구조물을 건축하는 공법으로 그 사이의 공간은 Entrance Hall 등으로 사용한다. 이번에 이 공법이 실용화된 兼松빌딩(13층, 연면적 약 15,500㎡)에서는 무게 1천1백톤, 면적 1천3백㎡의 인공 지반을 2시간에 걸쳐 지상 18m까지 들어 올렸다. 재래식 공법으로는 34개월의 공기가 소요되나 이 工法으로는 10개월의 공기 단축 및 40-60%의 건설 폐자재 감소효과를 거둘 수 있을 것으로 추산되며, 工事費(106億엔)는 재래식 공법과 차이가 없다.

19. 고층빌딩 종합기계화 공법

일본의 大成건설은 대형 Tower Crane이 전혀 필요치 않고 空氣단축이 가능한 종합 기계화 고층빌딩 시공System인 T(Total)-UP공법을 개발, 곧 착공하게 될 요코하마의 미나토 미라이 地區 三菱重工業 요코하마 빌딩 건설공사에 처음으로 실용화하기로 하였다.

이 공법은 대성건설이 이미 1990년 세계 최초로 개발한 것으로, 최상층을 공사의 진척과 함께 상승시키고 최상층의 下部에는 천정주행 Crane을 설치하는 것을 비롯하여 각종Robot 등의 hard Ware기술과 Computer에 의한 계측관리 등의 soft Ware기술로 이루어진 종합機械化 건설공법이다. 이 공법은 재래식공법에 비하여 골조공사에서 약 30%의 공기단축을 이룩할 수 있는점 이외에도 천정의 Truss구조체인 Hat-Beam에 의하여 우천時에도 시공이 가능하게 된다.



시공은 건물의 1층분을 지상에서 미리 구축하고 이것에 장착한 크레인 등에 의해 연속적으로 각 층의 골조를 세워가는 기술로서 여기에 자재 반입, 내장공사를 위한 각종 Robot를 도입하여 작업을 효율적으로 진행시키고 공사기간의 대폭적인 단축을 실현하고 있다. 이번에 최초로 실용화 되는 三菱重工業 요코하마 빌딩은 지상34층, 지하2층 연면적 111,000㎡의 고층빌딩으로 지난 1993년 4월 착공하여 1994년 3월에 준공할 예정이다. 약 1,900톤에 달하는 최상층 上昇 機構와 최상층 하부에 설치된 천정주행 Crane등의 重機部分의 기술개발 및 제작은 三菱重工業이 담당하였다.

20. 철골을 사용하지 않은 고층빌딩 건설

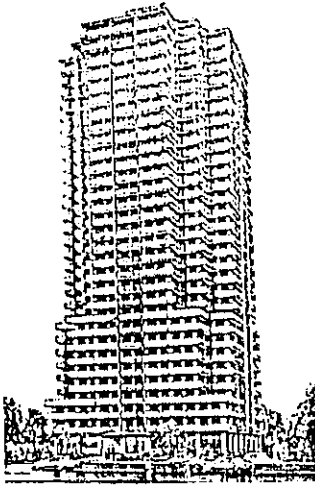
日本 松材組社에 의하여 최근 아파트 등 고층건물에서 철골을 쓰지 않고 기둥이나 거더의 철근을 지상에서 조립하여 형틀의 Unit화를 이룬 ‘松材式 高層 철근 콘크리트造 工法(MHR-100System)’를 개발하였다.

이 공법은 副材의 공장 생산으로 종래의 철골 철근콘크리트造에 비하여 10%의 공사비 절감과 20%의 공기단축이 가능하다.

이 공법의 순서를 보면,

- 1) 각 층마다 먼저 지상에서 조립한 Column용 철근 설치

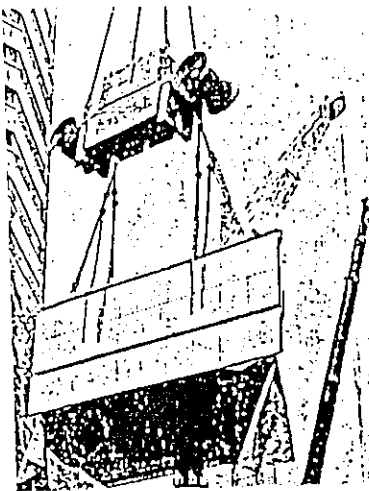
- 2) Unit Form을 삽입하여 콘크리트를 타설
- 3) 이 Form을 해체하고 Girder用 Form을 조립
- 4) Slab의 P.C판을 설치



- 5) 철근을 Girder Form에 설치하면서 Slab상단을 배근
- 6) Girder와 Slab의 콘크리트를 타설 등의 순서로 이루어진다.

이와같은 건축 副材들의 Unit化로 인하여 대폭적인 공사비 절감과 공기 단축을 도모할 수 있고 또한 기등과 보에 최대 압축강도 420kg/cm^2 의 高强度 콘크리트와 최대 구경 41mm의 철근을 사용하는 것 이외에도 종, 횡으로 철근을 엮어놓은 '전단보강근'을 사용하고 있어 철골을 사용하지 않고도 정밀도 높은 콘크리트 高層 빌딩의 건축이 가능하다고 한다.

21. FAN을 이용한 인양 제어 STSTEM



日本 大成建設과 三菱地所는 Crane 등으로 작업하는 重量物에 대한 인양상태를 地上에서 제어하는 '引揚姿勢制御 System'을 공동으로 개발, 일본 요코하마 MM 21' 地區에서 시공된 초고층 빌딩인 Yokohama Landmark Tower 신축공사에 실용화하였다(건설 기술정보지 제13호 참조). 기존의 양중작업에서는 외벽 Panel과 같은 重量 副材의 조립 작업時 바람이 강하게 불 때 인양물이 양중기의 연직축을 중심으로 회전 되기 때문에 작업 진행에 많은 어려움을 겪었으나 이번 大成建設 등이 개발한 System은 Fan을 이용하여 引揚物의 회전을 제어하는 것으로 강풍이 불어도 인양물을

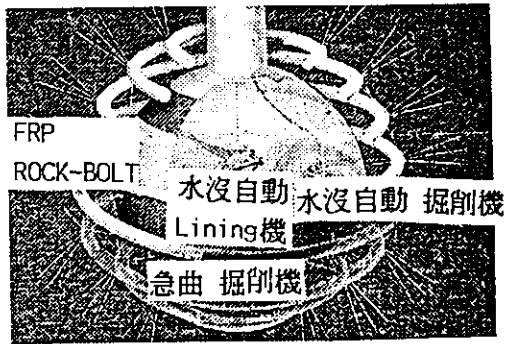
정하게 지탱할 수 있어 강풍時 작업이 가능하게 되었다.

이 System은 인양장치, 발전기, Fan, 제어장치 등으로 구성되어 있고, 조작은 모두 무선으로 하며, 최대풍속 23.4m/sec 의 强風 속에서도 引揚物의 상태를 $\pm 15^\circ$ 이내로 유지시키면서 작업이 가능하다.

또 이 시스템을 Landmark Tower 건설공사의 외벽 P.C판 조립작업에 적용하여 최대 14ton의 P.C판 시공 작업을 高度 300m 정도에서 성공리에 마감하여 강풍으로 인한 작업 불가능 일수를 감소시키고, 또 작업의 안전성을 더욱 향상시키는 것이 가능케 됐다.

22. 大深度 지하공간 개발

日本 Engineering 진흥협회는 1993년도부터 지하 50미터 이상의 대심도 지하개발에 필요한 기계 제작에 착수한다고 한다. 이 사업은 각 社가 분담하여 담당할 요소 기술의 개발이 '92년도 중에 완료될 예정이므로 실증을 위한 실험 후보지의 선정을 추진하고 있다.



大深度 地下開發 建設工事 豫想圖

따라서 도심지에서 부족한 개발용지의 代替 공간으로 주목을 받고 있는 대심도 지하 공간의 개발이 구체화 될 움직임이다. 이 계획에서는 地上權이 미치지 않는 지하 50m 이상의 연암지층에 직경 50m, 높이 30m의 Dome 형태의 공간을 건설하는 것으로 토사나 암반의 압력으로 인해 붕괴되는 것을 방지하기 위하여 터널을 뚫고, 섬유보강재로 된 지반 보강용 Anchor를 설치할 계획이다.

계획을 구체화시키기 위한 열쇠인 시공기계는 터널을 뚫는 Shield 굴착기, 地中에 Anchor를 설치하는 Rock Bolt 설치장비, 水没자동 Dome 굴착기, Dome 내벽을 시멘트로 고착시키는 水没자동 Lining機 등이다. 이 작업은 수중에서 진행되는 작업이므로 수중콘크리트 타설이 필요하며, 도포 직전에 固化 촉진제를 첨가하는 방법을 검토하고 있으며 오는 7월에 개발참가기업을 대상으로 성과보고서를 작성, 금년중으로 실증 실험을 실시할 후보지를 결정할 예정이다.

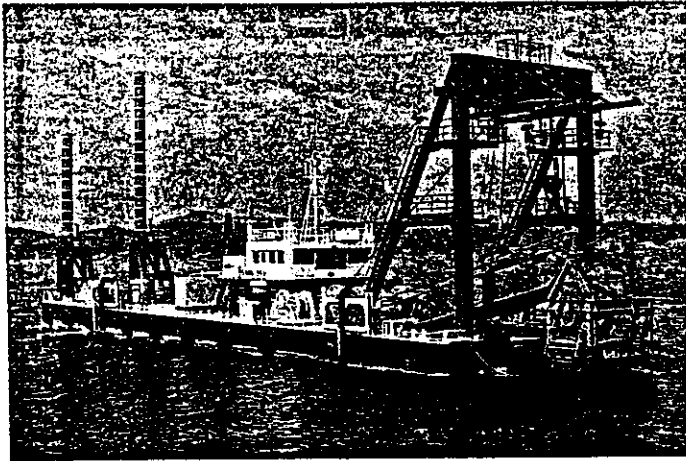
23. 준설시 수질오염을 절감시키는 준설선의 개발

하천이나 항만 등의 준설작업에는 바다에 침전된 각종 유기 및 무기 영양물의 교란 및 확산으로 급격한 수질 악화 및 생태계의 변화가 따르게 된다. 현재 팔당호의 준설작업도 이러한 문제때문에 많은 문제가 되어왔다.

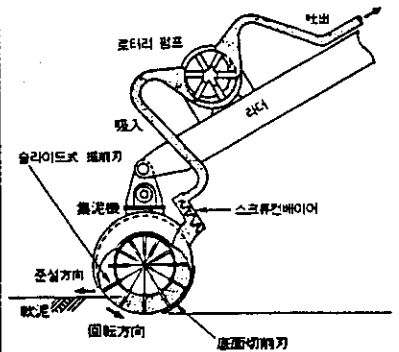
이러한 문제를 해결하고 효과적인 준설을 위한 전용선이 최근 일본의 五洋建設에서 개발이 되었다.

이 준설선은 底泥를 수중에서 교란시키지 않고 준설하는 集泥機를 탑재하여 뱃에 함유된 각종 유기 및 무기 영양물의 확산으로 인한 수질오염을 방지함과 아울러 준설작업을 효율화 했다.

船體의 크기는 전장 61m, 폭 14m, 깊이 3m이며 새로 개발한 회전 버켓식 集泥機는 굴착날을 준설 속도와 같은 속도로 회전시킴으로써 뱃을 조심스럽게 채취할 수 있고, 준설된 뱃의 고형분 함량도 80~100%의 고농도여서 준설 작업의 효율을 높일 수 있다. 또 이 集泥機는 종래의 GRAB식이나 PUMP식으로 어려웠던 두께가 얇은 준설이나 평탄한 바다의 마무리작업도 가능하다. 준설 능력은 시간 당 210m³으로 공기 압송장치 또는 특수 펌프를 이용하면 준설한 뱃을 장거리 압송시킬 수 있다.



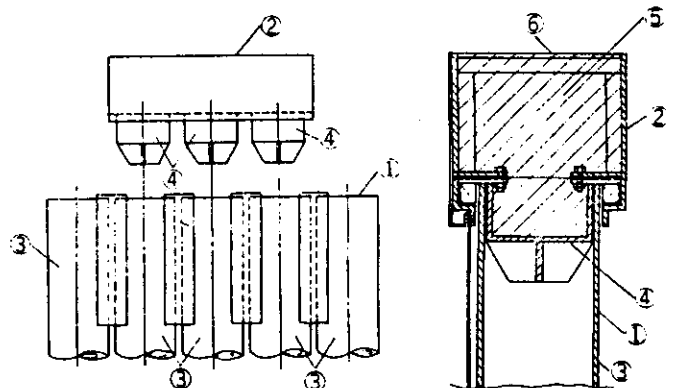
• 回転버킷식 集泥機의 原理



24. 강관파일 주열 上部孔 工法

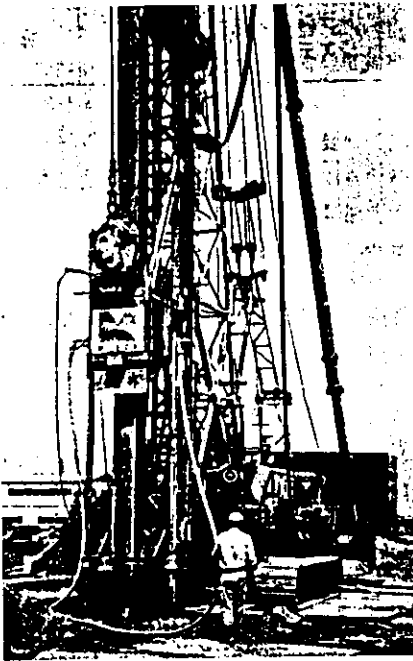
토류벽 및 호안 등에 사용하는 강관파일의 상단에는 주열 방향과 연속하는 상부공을 구축하게 된다.

종래에는 강관파일 주열의 상부에 거꾸집을 설치하고 철근 배근 및 콘크리트 타설에 의해 상부공을 구축했으나 이 공법은 현장에서의 거꾸집 조립 및 해체 작업에 많은 인원과 시간이 소요된다.



강관파일 주열 上部孔 工法은 이러한 결점을 해결하기 위하여 개발된 상부공 구축 공법으로 강관 파일 주열①의 윗부분에 상부공 구축용 中空 FRAME②을, 하부에는 강관 파일③ 주열의 상단에 삽입되는 수개의 위치 결정용 삽입 부재④를 주열의 길이 방향으로 이동이 가능하도록 설치한다. 그 후 각 삽입 부재를 각각 강관파일의 상단에 삽입된 상태로 삽입 부재를 中空FRAME에 고정하고 이 FRAME내부에 콘크리트⑤를 타설하여 상부공⑥을 설치한다. 또한 콘크리트를 타설 하지않고 그대로 상부공으로 이용할 수 있다.

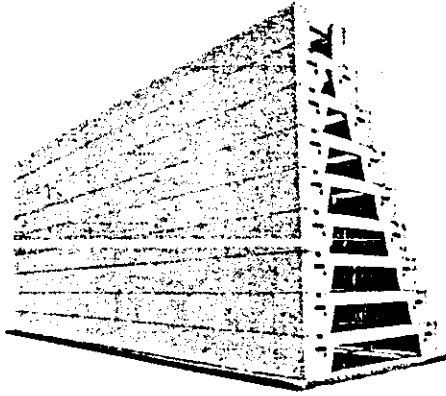
25. SIMAR 공법(흡수형 진동봉 체결 공법)



SIMAR 공법(Soil Improvement Method by Advance Rod-Compaction)은 모래 지반의 액상화 방지를 위하여 개발된 지반개량공법으로 종래의 진동봉 체결공법 (rod-compaction)은 대형 바이브로 굴착설비로 진동봉을 지반에 압입한 후 원지반을 직접 진동하여 밀실화하는 공법으로 포화 모래 지반에서는 시공중 진동봉 주변에 過剩 間隙 수압이 발생, 인위적인 액상화 현상이 생겨 진동 에너지의 유효한 전달 방해 및 모래 지반의 교란에 의해 개량 효과가 현저히 감소하는 문제를 안고 있었다.

SIMAR 공법은 흡수 기능을 구비한 진동체결기(사진 1)를 사용하여 시공시 과잉 간극 수압의 저하를 유도하고 개량 지반의 내진성 향상 및 개량 속도를 증대하는 공법으로 기존의 진동봉 체결 공법에 비하여 N치 증가량이 2-3배 정도이다.

26. 거푸집이 필요없는 웅벽



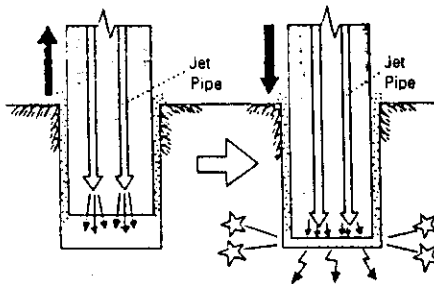
組立되었을때의 擁壁

거푸집 대신 프리캐스트 콘크리트 PC 블록을 써서 웅벽을 축조하는 APC(Araigumi Precast Gravity- Wall) 공법이 일본에서 개발 실용화됐다. 이 공법은 PC 블록을 거푸집으로 조립한 다음에 콘크리트를 타설하여 중력식 웅벽을 구축하는 것이다. PC 블록이 그대로 웅벽 구조로 되며 工期는 높이5m, 길이 10m의 웅벽인 경우 4일 정도로서 종전 공법에 비해 60% 이상 工期단축이 가능하다.

27. 암반 향타 공법

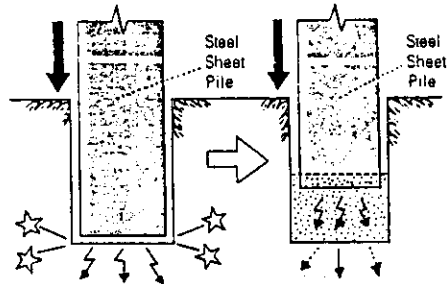
강제 널말뚝을 안전하게 시공하려면 견고한 지반에 관입되어야만 한다. 그러나 자갈층, 전석층 및 암반층에 널말뚝을 관입하기란 매우 어려움이 따르게 된다. 부득이한 경우 보오링 설비를 이용하여 암반을 천공한 후 널말뚝을 지지하는 방법 또는 그라우팅 방법에 의존했으나 작업이 번거롭고 공사비도 매우 高價이다.

(b) 암반 향타 공법



PILE이 반발하는 순간에 Water Jet가 석분을 제거해주어 항타 진동력이 쿠션 저항없이 직접 암반에 전달되기 때문에 항타가 가능하다.

(a) 자갈 향타 공법



HAMMER 로서 직접 항타하면 항타 진동력이 쿠션현상으로 지반에 전달되지 않는다.

이러한 문제 해결을 위하여 진동 향타기와 WATER JET을 병용, 岩盤층에 강널말뚝을 직접 향타하는 BACK PIPE DRIVING METHOD가 개발이 된 바 있다. 이 공법의 원리는 말뚝 하단의 자갈 및 슬러리를 워터제트로 제거시켜 강널말뚝을 암반과 직접 접하게 하여 강널말뚝 상단에서 가해 준 에너지가 직접 암반으로 전달되게 하는 것이다.

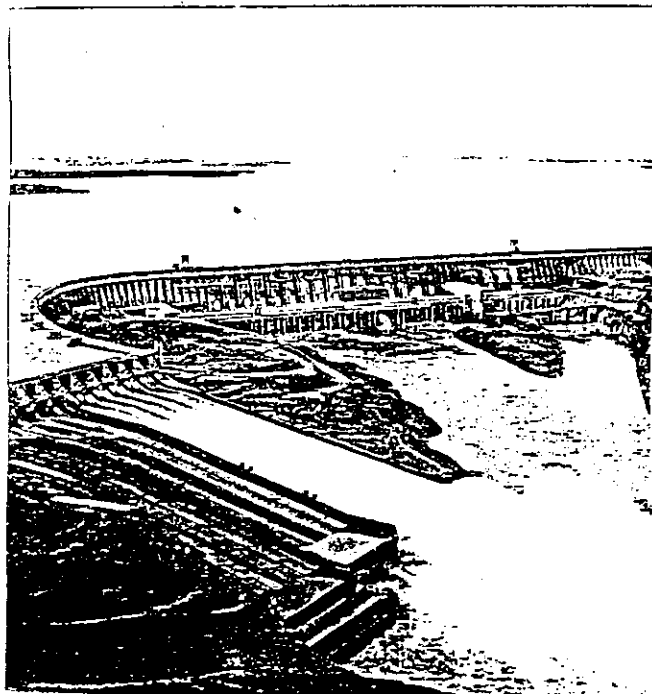
그림(a)와 같이 종래의 Vibro Hammer로는 강널말뚝 하단에 슬러리가 존재하면 쿠션 역할을 하므로

햄머로 부터의 타격 에너지가 제대로 전달이 되지가 않는 반면 그림(b)와 같이 워터젯으로 슬러리층을 제거해 주면 강널말뚝을 효율적으로 관입을 할 수 있으므로 우리나라의 하천지역과 같이 자갈층, 전석층 및 암반층이 많이 분포된 지역에서 효율적으로 사용할 수 있는 항타 공법이라 할 수 있다.

28. 세계 최대의 ITAIPU댐 공사

금세기 최대의 발전용 댐공사가 최근 브라질과 파라과이 사이의 Rio Pirana 강에서 완공되었다. Pirana 강은 세계 7대강의 하나로 매초 8,460 m³의 강물이 흐르는데 이 강을 가로질러 총길이 8km의 댐을 건설하여 淡水면적 750km², 貯水용량 290억 m³의 세계 최대의 댐이 생기게 되었다. 축조를 위해 16년간의 공사기간이 소요되었고 공사비는 약 15조원이 투입되었다. Itaipu댐은 길이 1,234m, 높이 196m의 콘크리트 구조로 된 방류시설과 좌우 1.5km의 콘크리트댐 그리고 5km의 석축댐으로 구성되어 있는데 수문을 통해 매초당 62,000t의 물을 방류시키게 된다.

발전을 위해 각각 18개의 700MW급 프란시스 水車와 824KW급 발전기가 설치되어 12,600MW의 전기를 생산하게 되는데 이는 브라질 총전력 수요량의 35%에 해당한다고 한다.



공사에 소요된 자재도 천문학적이어서 240억m³의 盛土用 흙과 3,300만톤의 골재 및 암석, 그리고 1,230만톤의 콘크리트와 49만톤의 철근이 소요되었다. 工事が 열대지방에서 이루어졌고 댐 자체가 거대한 콘크리트 구조물이기 때문에 콘크리트 양생시 발생하는 수화열을 낮추기 위해 시간당 54t의 얼음을 생산하는 얼음공장이 세워져 매달 25만-30만 입방미터의 콘크리트 타설공사가 진행될 수 있었다고 한다.

29. 화력발전소에서의 새로운 燃焼 技術 개발

일본 關西電力은 석탄, 석유 등을 연료원으로 사용하는 화력발전소에서 기존 연소 방법과는 달리 연료를 이산화탄소와 산소의 혼합 기체 속에서 연소시키고, 발생하는 연소가스중의 이산화탄소 농도를 95%까지 증가시킨 후 이를 液化하여 재사용하는 기술을 개발하였다. 현재의 연소방식에 사용되는 공기의 성분은 일반 대기성분과 같은 산소 21%, 질소 79%로 구성되어 있어 연소 후 배출되는 가스 성분은 질소성분이 70%, 이산화탄소가 15% 정도로 질소화합물 및 이산화탄소로 인한 환경 오염의 원인이 되어 왔다.

그러나 이번 關西電力에서 개발한 新연소 방법은 연소가스 중 이산화탄소를 분리, 회수하는 排煙脫炭 기술로서 질소가 분리된 연소가스를 연료와 함께 연소시킨 후 배출되는 排氣가스의 일부를 순환, 이를 다시 이산화탄소 70%, 산소 30%인 기체로 混合시켜 연소시키도록 되어 있다. 따라서 배출가스의 成分은 이산화탄소가 95% 정도이고 물과 산소가 나머지를 차지하므로 排煙脫炭 설비를 이용하여 별도의 처리없이 이산화탄소 가스를 액화 장치로 유도하고 액화된 이산화탄소를 재사용할 수가 있으며, 이미 日本의 界港 發電所에서 소규모 기초실험을 마치고 현재 南港 發電所에서 파일럿 플랜트에서 시스템의 성능, 가동 비용 등의 평가와 실용화 연구를 추진하고 있다.

현재 이산화탄소에 의한 地球 온난화 문제로 세계적인 관심이 고조되고 있는 가운데 새로운 연소기술로 이산화탄소를 제거할 수 있는 방법이 개발되어 장차 굴뚝이 없는 發電所가 선 보일 것으로 기대된다.

30. 토양 정화식 오수처리 시스템

토양 정화식 오수처리 시스템이란 흙을 1미터 정도 깊이의 도랑 형태로 판 후 자갈이나 쇠석 등의 여재를 채워 이 여재 사이에 오수를 통과시켜 정화시키는 방법으로 우리나라에서도 일부 시공된 실적도 있다.

오수를 여재층에 흐르게 하면 자갈층에 호기성 및 혐기성 미생물이 번식하여 여재의 표면에 미생물 막이 형성되고 오수 중의 유기물 성분은 이 미생물 막을 통과하면서 미생물에 의하여 흡수, 제거되는 원리를 이용한 것이다. 여재층의 상부는 흙으로 덮혀 있기 때문에 오수에서 발생하는 악취 제거의 역할을 하며 여기에 서식하는 생물들을 보면 소동물, 지렁이, 식물의 뿌리 등이 혼연일체가 된 복합 생태계를 형성하고 있다.

이 시스템의 장점으로는 재래식 활성오니법과는 달리 건설비가 저렴하여 운영에 별다른 기술과 에너지 소모가 없고 잉여오니발생, 악취, 병원균의 비산도 없으며 지하에 묻혀 있어서 외부 기온의 영향도 적게 받게 된다. 이 시스템은 주로 관광단지나 소규모 주택단지의 가정 하수 처리에 적합한데 현재

일본 富士市에서 처리 인구 1만명 규모의 오수처리장의 3차 처리에 토양 정화식 오수처리 시스템이 이용되고 있으며 말레이시아에서는 BIOSOIL SYSTEM이라는 이름으로 리조트 단지나 소도시의 오폐수 처리에 급속히 보급되고 있다.

31. SIG(Super Injection Grout)공법

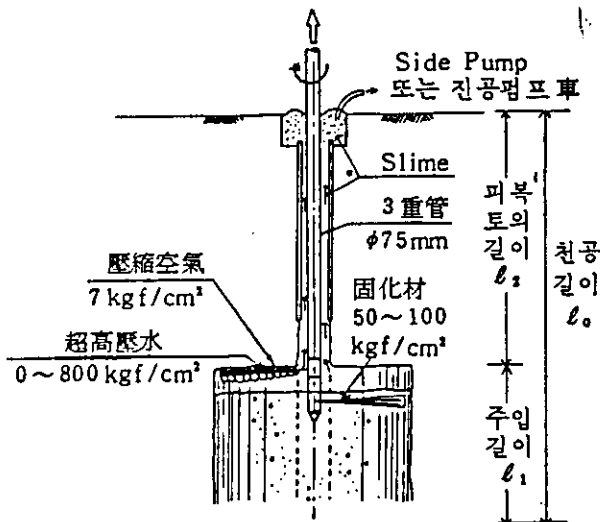


그림 S. I. G의 기본도

SIG공법은 공기와 물의 힘을 이용하여 지반을 굴착한 후 굴착토는 배출시키고 地中에 인위적인 동공을 만들어 이곳에 고화재를 충전하는 치환공법으로 지금까지의 약액 주입 또는 강제 교반공법에서 발생하는 수압 파쇄현상 및 용기 현상을 예방할 수 있게 되었다.

S. I. G 공법은 굴착시 기존의 토류벽이나 구축물에 영향을 주지 않고 공기나 슬라임은 지표로 배출시키고, 지반 교란이 없고, 전동기를 사용하므로 소음, 진동이 적다. 또한 강도가 중심과 외측이 동일하고 既設 구조물과의 접착성도 양호한 장점이 있으나, 이 공법은 흙을 이동시켜 지반을 개량하는 공법이

므로 콘크리트(표준 관입시험의 N치 50 이상) 등의 절삭은 어렵다.

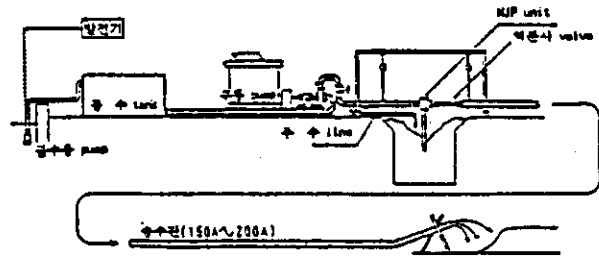
32. MJP(Mixing Jet Pump) Sand-Carry공법

중래 연약지반 개량공법의 모래 포설작업은 인력 또는 증장비를 이용하는 방법과 수증펌프를 사용하는 방법 등으로 시행하고 있다. 前者는 연약지반의 히빙(heaving)으로 인하여 공사에 어려움이 많이 따르며 後者는 수송관이 막히는 경우가 많아 시공 능률이 떨어지는 단점이 있다.

이에 대하여 M. J. P Sand-Carry 공법은 포설용 모래를 직접 Mixing Jet Pump에 투입시켜 공기-물 혼합제트로 고밀도를 유지하면서 장거리를 수송하여 이상적인 모래 포설작업을 실시할 수 있다.

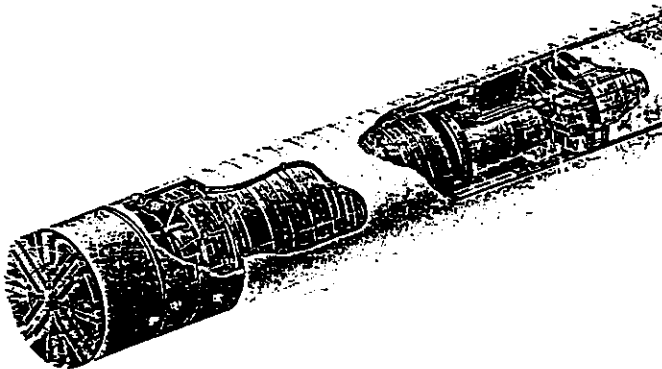
이 공법의 시스템구성은 Mixing Jet Pump(공기-물 혼합 Jet Pump), M.J.P.구동용 고압수 Pump 장치, 본체 현가 장치(크레인) 및 수송관 등으로 되어있으며 이 공법의 특징으로는 모래를 연속적 수송이 가능하고, 모래 흡입구가 막히는 경우 밸브조절로 간단히 제거할 수 있으며, 연약 지반상에는 수송관만 설치되므로 Heaving의 염려가 없고, Jet에 의해 흡입된 공기의 효과로 막힘없이 장거리(최장 300m)수송이 가능하다.

MJP sand-carry system 개념도



33. ECL(Extruded Concrete Lining) 工法

일반적으로 Shield공법에서는 PC Segment 또는 Steel Segment를 사용하나 이 공법에서는 Shield 장치의 뒷부분에서 직접 콘크리트를 타설하여 막장 내에서 Lining을 형성시킨다.



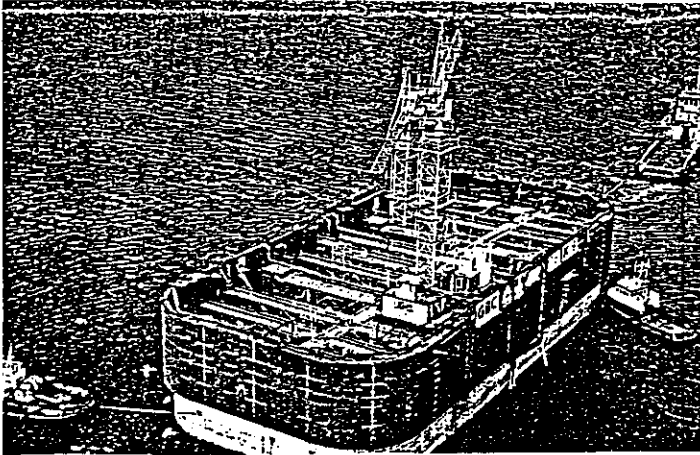
ECL공법 개념도

Shield는 콘크리트라이닝 거푸집의 반력으로 전진하게 되고 굴착면과의 사이에 공극이 생기지 않도록 콘크리트를 압축, 타설시킨다.

타설한 콘크리트는 Edge Form에 의해 항상 일정한 압력이 유지되고 굴착면에 밀착된 상태로 경화되므로 굴착면이 이완되지 않아 지반 침하를 최소로 할 수 있고, 또한 종래의 Segment공법에 비해 공기단축 및 공사비가 절감된다.

34. 巨大 케이슨을 이용한 교량 기초작업

최근 덴마크의 Zealand 섬과 Jutland 섬 사이에 세계 최대의 현수교가 건설되고 있다. 이 다리의 총 길이는 7.1km, 최대 경간 1천6백미터로 최대 경간부의 양측에 케이블 설치를 위한 높이 2백56미터의 주탑이 설치된다. 주탑의 기초는 상부 구조물로부터 23만톤의 하중을 지지하기 위하여 3만1천톤 규모의 콘크리트 케이슨(Caisson)이 위치하게 된다.



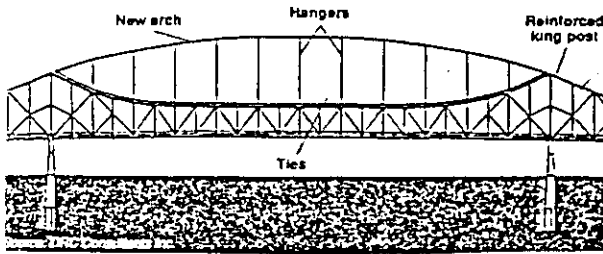
케이슨은 교량의 위치로부터 72km 떨어진 육상의 드라이 도크(dry dock)에서 제작 되었는데 이 케이슨의 규모는 길이 77미터, 폭 35미터, 높이 19미터이고 현장 작업을 위해 케이슨 상부에 추가로 10m 높이의 철제 차수벽을 설치했다.

케이슨의 설치 방법은 완성된 케이슨을 인양선으로 현장까지 끌고간 후 수심 25m의 주탑 설치 위치에 가라앉힌다. 그 다음 내부를 모래로 채워 넣고 케이슨의 테두리 부분을 2.4m 두께로 콘크리트를 타설한 후 상부를 길이 60미터, 폭 38미터 크기로 콘크리트를 친 후 주탑을 설치하게 된다.

이 공사가 끝나면 같은 방법으로 5만5천톤 규모의 케이슨(길이 1백20미터, 폭 54미터, 높이 15미터)을 제작, 인양하여 현수교 양단 케이블 고정부에도 설치할 예정이다.

35. 老朽 橋梁 보강

과거 20세기 초, 중반에 건설된 노후 鋼橋들에 대한 경제적 보수 및 보강 방법이 미국에서 연구되고 있다. 한 예로 미국 적슨빌의 Mathew橋는 지난 1950년대 초에 건설이 된 5경간 트러스 橋로서 최대 경간은 250미터이다. 교량의 荷重 支持능력을 증가시키기 위해 기존의 상부 구조 위에 아치모양의 구조물을 설치해 제안되었다. (그림)



이 구조물은 교각과 교각사이에 걸쳐서 교통량 증가와 노폭 확장에 따른 荷重의 증가분을 지지하게 된다. 교량의 기초와 橋臺는 荷重의 증가에 충분한 지지력을 가지고 있다고 판단되기 때문에 단지 橋脚의 補強만이 필요하다. 이 계획은 아직 검토 단계에 있기는 하나 기존 교량을 해체하고 새로운 교량을 설치하거나 아니면 기존 교량 옆에 같은 교량을 설치하는 계획보다는 경제적인 방법 중의 하나가 될 수가 있다.

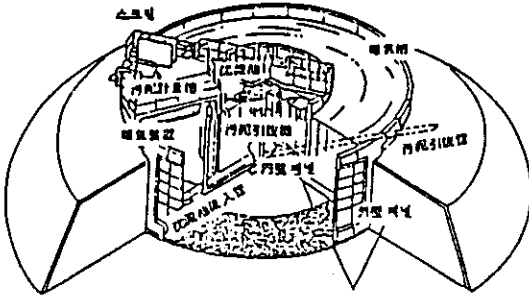
36. 조립식 汚水處理 시스템

汚水處理에 대한 필요성은 하천수질의 보전을 위하여 대규모 도시 뿐만 아니라, 중소 규모의 市, 邑에서도 강조되고 있어 일본 下水道 施設業協會에서는 소규모 오수처리에 적합하고 건설비가 적게 소요되는 組立式 오수처리 시스템을 개발하여 실용화하고 있다. 현재 소규모 오수처리장으로 많이 활용되고 있는 酸化溝(oxidation ditch)는 活性 슬러지법의 일종으로 폭3M, 수심 1미터의 도랑(ditch)를 環狀 또는 帶狀으로 연결한 것으로 流入 下水의 부하 변동에 강하고 운전 및 유지관리에 특별한 기술을 필요하지 않는 장점이 있으나, 설치 면적을 많이 차지하고 동기에는 처리효율이 감소하는 단점이 있다.

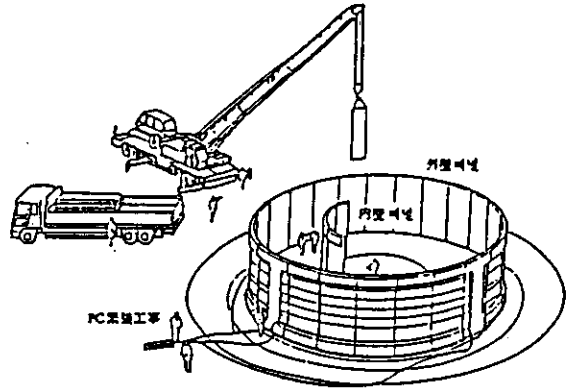
조립식 오수처리 시스템은 산화구의 장점을 최대한 이용하여 읍, 면 또는 소도시의 오수처리가 최소한의 인원과 설치 면적에서 이루어질 수 있도록 콤팩트化한 시스템이다. (그림1) 이 시스템은 도랑 수심을 종래의 시설보다 깊게하여(4미터) 주어진 면적과 오수 부하량에서 체류시간을 늘리고 개량된 폭기 장치를 이용, 산소전달율을 증가시켜 효율적으로 오수처리가 이루어질 수 있게 한다. 일본 하수도 시설협회는 이미 이시스템의 표준 설계도를 오수량 매300㎥/日 증가를 기준으로 10종류를 마련하여 지역 특성에 따라 경제적인 규모의 처리 시설을 선택할 수 있도록 하였으며, 각 표준 설계도에는 토

목, 건축, 전기, 기계 설비 등 27개 세부 설계도를 포함하고 있다.

〈圖 1〉 柱立式 下水處理施設의 概念圖



〈圖 2〉 下水處理施設의 柱立方法



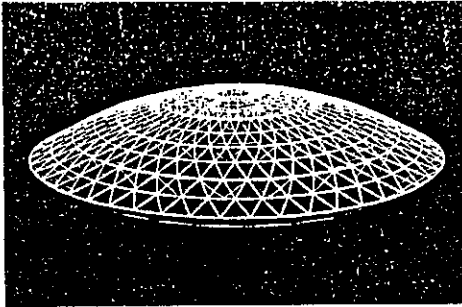
37. TENSAR GEOCELL MATRESS 공법

TENSAR GEOCELL MATRESS공법은 工事 현장에서 접하게 되는 軟弱 地盤을 안전하게 처리하는 工法으로 연약 지반 위에 견고한 지층을 형성시켜 공사 현장의 盛土작업을 용이하게 함은 물론 연약층의 地耐力를 향상시키고 MATRESS속에 채워진 골재층이 透水性을 좋게 하여 배수 효과를 양호하게 함과 동시에 不等침하 방지 및 橫方向이완을 극소화 시킬 목적으로 개발되었다.



시공방법은 TENSAR GEOCELL MATRESS를 격자구조 형태로 조립하여 그 속에 자갈을 채우고 그 위에 盛土하는 것으로 1970년대 후반 영국의 NETLON社에서 개발하여 현재 세계 各國에서 사용되고 있고 국내에서도 연약 지반의 보강용으로 사용이 되고 있다.

38. 경량 하이브리드(Hybrid)지붕



單層 Truss Dome과 Cable Dome을 조립하여 外周境界 Ring에의 부담을 輕減시킴과 함께 철골의 사용량을 30-40% 정도까지 줄일 수 있는 경량이고, 경제적인 Hybrid式 지붕구조System이 최근 日本의 前田建設工業에 의하여 개발되었다. 前田建設工業은 이를 前田式(Suspension Dome)으로 명명하고, 竹中工務店과 공동으로 후쿠오카에 開閉式Dome球場을 시공한 바 있고(기술정보지 제12호 참조)大阪, 各古屋 등에서도 Dome 방식의 球場計劃이 구체화되기 시작하자 이에 적당한 Hybrid構造의 장스팬 지붕工法을 개발, Dome 구조건축물의 수주에 본격적으로 돌입하고 있다.

일본에서는 대부분의 대규모 철골 Truss 構造는 複合 Truss Dome을 채택하고 있지만 일반적으로 철골 중량이 무겁고, 또 System Truss보다 가격면에서 불리한 점이 있다. 한편 철골 중량이 가벼운 單層 Truss Dome은 적설하중에 의한 붕괴사고가 발생하는 등 안전성 확보에 문제가 있어 대규모로 시공된 사례는 없었다. 또 최근에 주목되고 있는 Cable Dome은 flexible한 구조이지만 安定化를 위하여 큰 pre-stress가 필요하고, 케이블 이외의 構造要素에 미치는 영향이 크다, 특히 Cable Dome 외곽의 Ring 부분에서는 매우 큰 압축력이 발생하고 건설비가 큰 부담이 되고 있다. 그러나 이번에 개발된 Suspension Dome은 단층 Truss Dome과 Cable Dome을 조합한 것으로서 외곽의 Ring에 대한 부담을 경감시킴과 동시에 케이블 구조의 과도한 안정성과 단층 Dome의 불안정성을 배제한 것이 가장 큰 특징이다.

이 구조는 단층 Truss Dome下部의 Cable Strut 하단을 Cable로 연결시키고 있다. 방사형 方向의 Cable에 인장력을 도입, Strut를 통하여 단층 Cable Dome을 밀어 올리고, 이로 인하여 全體架構로서 주변 구조에 대한 부담을 경감시켜 안정성을 증가시키는 역할을 하고 있다. 이에 따라 철골의 사용량도 현재 시공중인 개폐식 Dome보다 30-40% 절감시킬 수 있고 공사비도 대폭 줄어들게 됐다.

39. 석면 粉塵의 飛散 防止處理 工法

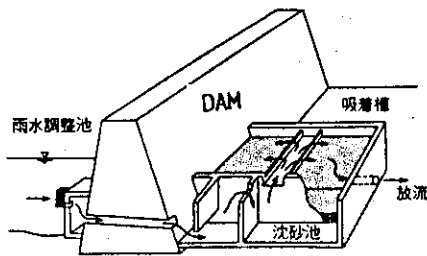
石棉(ASBESTOS)은 耐火性, 耐久性이 우수한 건축 재료로 알려져 있지만, 劣化나 손상에 의해 탈락된 석면이 공기 중에 떠돌아 다니다가 호흡과 함께 인체의 폐에 축적이 되면 폐암을 일으키는 것으로 알려져 있어 外國에서는 이미 석면의 使用을 금하고 있다. 따라서 과거에 석면으로 내장 공사가 된 건물의 석면 제거, 철거가 한창인데 석면 제거나 철거 시 그 위험성으로 작업자가 매우 기피하는 작업 중의 하나이다.

이러한 문제점 해결을 위하여 日本에서는 뿜칠된 석면 除去工法을 개발, 실용화했다. 이 工法은 POWER CLEANER라는 강력한 吸入機를 이용하여 석면 섬유나 분진을 완전 밀폐 방식으로 제거, 회수하는 공법이다. POWER CLEANER는 포집기, 이동 집진기 그리고 필터로 구성되어 있는데 이 장비를 사용함으로써 무엇보다도 작업자의 건강과 안전 확보가 되며 작업 후 室内 오염 방지의 효과를 얻을 수 있고 석면 폐기물은 제거시 POWER CLEANER의 밀폐용기에 회수, 固化 처리되기 때문에 안전한 운반, 처리가 가능하다. 또한 분진 飛散 방지제를 뿌리지 않고 작업이 가능한 乾式 공법이므로 시공이 간편한 장점도 있다. POWER CLEANER에 의한 석면 제거 순서는 다음과 같다.

- (1) 사전작업 - 공사에 앞서 작업장 전체를 비닐로 외부와 차단 시킨다. 바닥면에는 두께 0.15MM 이상의 비닐로 두겹, 벽이나 조명기구, 배관설비 등에는 두께 0.08MM로 쓴다.
- (2) 안전지역설치 - 작업장 출입구에 3단계의 안전 지역을 설정해 놓고 작업자는 작업장에 들어가기 전에 순서에 따라 호흡 보호 마스크, 보호복 등을 착용한다.
- (3) 사전장소, 환기 - 작업 환경을 위하여 석면의 제거작업 이전에 파워 클리너를 이용, 작업장을 흡입 청소한 후 강제 환기 시킨다.
- (4) 제거 작업 - 흡입 호스를 사용하여 석면을 제거한다.
- (5) 제거면 처리 - 제거가 완료되면 최종 처리로 분진 방지 처리제로 제거면을 도포한다.
- (6) 최종청소, 환기 - 비닐, 작업용 발판, 장비 등을 파워 클리너로 흡입 청소를 한 뒤 작업장을 한 차례 추가로 강제 환기를 시킨다.
- (7) 석면 폐기물 처리 - 파워 클리너로부터의 습윤 상태의 석면 폐기물을 용기에 밀봉 처리한 후 시멘트와 혼합, 고화처리 한다.

40. 골프장 제초제 처리

日本 鹿島建設은 골프장에 살포하는 제초제가 지하수오염 및 인근 농경지로 유출되는 것을 방지하기 위하여 골프장의 유출부에 댐을 설치, 제거하는 시스템을 개발하였다. 이 시스템은 농약을 포함한 雨水를 集水하여 흡착력이 강한 활성탄을 통하여 제거하는 방식으로 大容量 처리를 가능케 했다.



골프 코스 잔디에 사용하는 제초제가 강우나 살수에 의하여 地下水 및 하천을 오염시키는 것으로 지적되고 있어 환경보호단체나 인근 주민에 의하여 골프장 건설에 많은 반발을 불러 일으키고 있어 水處理업자들에 의하여 처리장치가 개발이 되고 있지만 鹿島建設은 효과적인 제초제 제거 방법을 제안하여 좋은 반응을 얻고있다.

이번에 개발된 시스템은 잔디로 덮힌 골프장에 침투한 제초제를 먼저 지표에서 분해되게 하고 雨水에 의하여 흘러 나가는 물질은 코스에 마련된 우수조정지에서 빗물이 침전하는 사이에 '야시카라炭'이라는 일종의 활성탄과 접촉을 시켜 제초제 성분이 제거되도록 하는 방식으로 원리와 구조는 비교적 간단하지만 빗물의 통과 속도나 분량 등에 대한 미세한 조정이 필요하다. 일본 후생성 및 환경청이 실시한 수질조사의 결과에 의하면 이 시스템 설치 후 골프장 주변에서 검출된 제초제의 농도는 허용치의 1/10 정도에 불과하다고 한다.

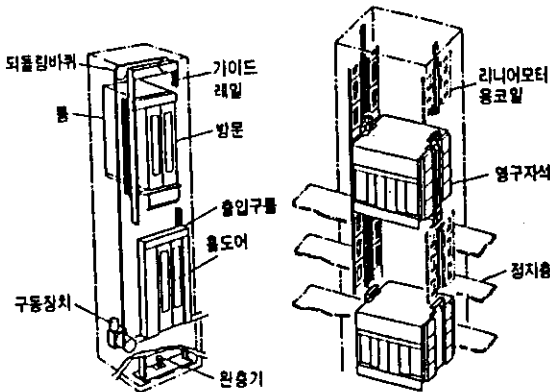
41. 승강기의 최근 동향

승강기의 역사는 로마의 네로황제때 인력으로 작동하는 승강기가 등장한 것을 시작으로 중세에 이르기 까지 각종 건축물의 축조에 사용되어 왔다. 그 이후 증기기관이 발명이 되고 19세기에 들어와 전기의 사용이 보편화되자 전기로 움직이는 승강기가 급속하게 발전하게 되었다. 이러한 승강기의 발달로 인하여 뉴욕의 맨하탄을 비롯한 세계 대도시의 빌딩이 마천루로 변모하여 왔다고 해도 과언이 아니다. 따라서 현재의 엘리베이터와 에스컬레이터는 단순히 사람과 물건을 이동시키는 개념이 아닌 도시에서 생활하는 사람들의 활동을 지원하는 필수 불가결한 존재로서 다루어야 할 것이다.

최근 구조물의 고층화, 대형화로 수백미터급의 빌딩이 출현하게 되어 빌딩 하부에 엘리베이터 샤프트의 점유율을 경감시키기 위하여 1대의 승강로 내에 여러대의 승강기를 주행시키는 소위 원샤프트 멀티카(one shaft multicar)가 도입될 전망이다. 이를 위해서는 로프를 사용하지 않는 구동 방식과 직

선 선상모터가 요구되는데(그림) 아직 안정성 및 경제성 등 개선해야 될 점이 많아 실용화는 21세기나 가능할 것으로 전망하고 있다.

로프가 없는 엘리베이터에서는 기존 방식과는 달리 제어케이블을 사용할 수 없으므로 승강기의 제어는 초전도체나 무선 또는 광케이블이 사용될수 있으며 리니어모터와 승강기의 에너지 축재장치가 실용화되면 현재의 승강기 시스템도 상당한 변화가 있게 될 것이다. 이 승강기시스템은 원칙적으로 승강기가 독립적으로 승강로 속을 이동할 수 있도록 되어 있어 좀 더 연구가 진행이 되면 가로방향 주행도 가능하다. 따라서 승강기를 갈아타기 위하여 종래의 승강장에서 승강장으로 이동하는 불편없이 승강장에서 직접 목표지점까지 또는 방에서부터 방으로의 이동도 가능하게 될 것이다.

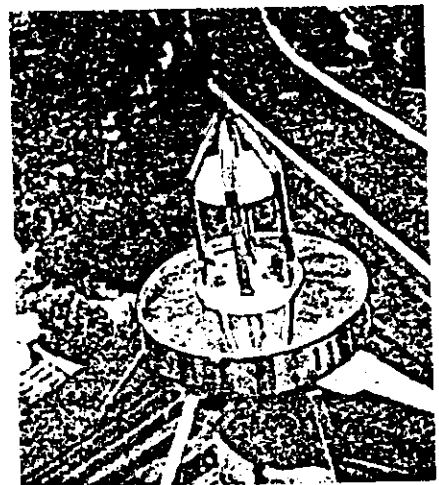


42. 이온 방사형 피뢰침

낙뢰로부터 건물 및 인축의 보호를 위한 피뢰침은 지금까지는 피뢰 보호각 내에 들도록 높게 설치하는 것이 최상의 방법이었으나 최근 유럽에서는 지상으로부터 낮게 설치하면서도 몇 배의 효과가 있는 피뢰침 설치방법이 개발되었다.

사진은 프랑스의 인텔렉스社가 개발한 프리렉트론이라는 제품으로서 스테인레스로 피복된 본체 하부에는 낙뢰 직전의 벼락 에너지를 흡수하는 電極이 있고, 상부에는 스파크 발생 전극이 있다. 본체 내부에는 이 시스템을 조기에 동작시키는 전기회로가 내장되어 있다.

이 장치는 낙뢰가 떨어지기 전에 피뢰침 선단에 다

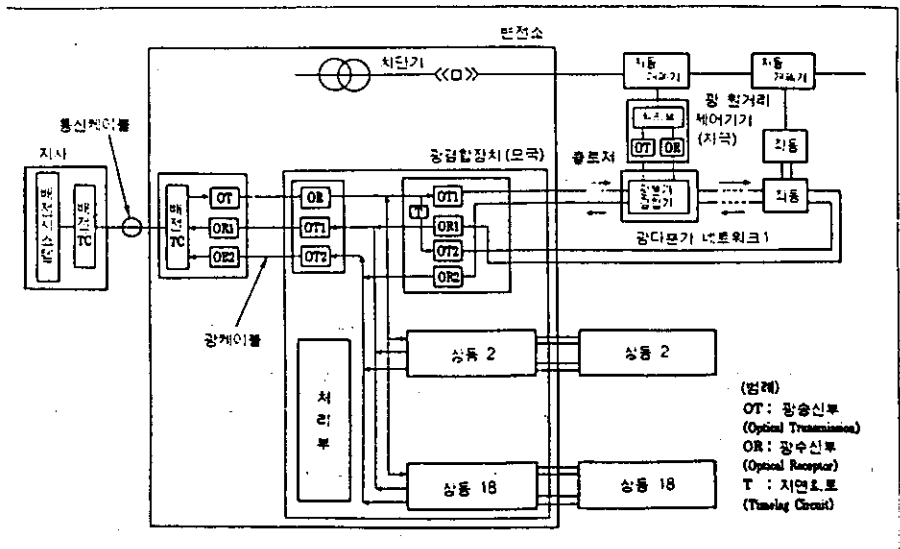


량의 이온을 발생시키고 단시간 내에 상향의 이온화를 상승시키기 때문에 외형상의 피뢰침 높이가 3-6배가 되어 그 만큼 피뢰침의 보호각도가 넓어 보호효과도 크다고 한다.

43. 電力시스템에 光통신 이용

전력사업용 통신망은 사업 발주 초부터 송전선을 따라서 전용 전화회선을 가설하고 송전선의 보수나 발전소, 변전소간의 연락을 일반 통신용과는 별도로 운영하여 왔으나 최근 日本에서는 光파이버 케이블을 설치하여 일반 통신망이 마비되더라도 신속, 안전, 정확하게 전력시설을 유지 관리하는 체계를 구축하였다. 이 시스템의 특징을 보면

1. 계통설비 보호 : 이상 발생시 사고점(구간)을 신속히 제거할 필요가 있을때 계통간을 연결하는 전용망으로 이용.
 2. 계통 설비 감시, 제어, 운용 : 급전소-제어소-발전소 등을 단계적으로 접속하는 회로망을 구성.
 3. 보수 : 사람이 직접하는 순시 점검, 전화, 원격 정보 수집 등의 분야에 이용
- 이외 각 사업소간을 연결을 위한 전화나 OA기능으로 통신 기능상으로 일반 통신망과 큰 차이가 없다.



배전자동화 시스템(예)

44. 지열발전

지구 지각 내부의 고온을 이용한 발전은 이미 오래전부터 화산이 많은 지역에서 실용화되어 아이스랜드나 이태리 등에서는 소규모나마 지역 전력공급에 많은 기여를 하고 있다. 지열발전은 무엇보다도 수력, 화력 또는 원자력발전과는 달리 별도의 공해를 유발하지 않으며 투자비가 매우 저렴한 장점이 있다. 따라서 현재에도 미국, 영국, 프랑스, 독일, 이태리, 일본 등지에서 이에 대한 연구가 활발히 진행중에 있다.

지구의 어느 곳이라도 지하 100미터당 지온은 3°C 정도 상승을 하지만 지열 발전을 위하여서는 100미터당 10°C 정도의 온도상승이 있어야 경제성이 고려될 수 있어 화산지역이 적당한 것으로 알려져 있다. 특히 일본의 電力中央研究所에서는 전국의 지열온도 분포를 조사하고 본격적인 개발에 착수를 시작하였는데 전국 22개 適格地를 개발하게 되면 발전 규모가 4억KW(현재 일본의 발전 설비량 1억 6천만 KW)라는 막대한 전기를 생산할 수 있게 된다.

그러나 이러한 종래의 이러한 지열발전은 지리적 조건에 제한이 따르기 때문에 최근에는 지하 수천미터 까지 굴착을 한 후 하여 물을 주입하여 발생하는 고온, 고압의 수증기를 이용, 터빈을 회전시켜 발전을 하는 방법도 연구가 되고 있다. 그러나 고온상태에서 굴착을 할 수 있는 굴착비트의 개발이라든가 지상에서 물의 주입 및 수증기의 회수설비, 지하에 광범위한 틈의 면적(40만 m^2 이상)을 인위적으로 만들거나 아니면 지층사이에서 자연적으로 형성된 틈새 등을 발견하는 것 이외에 수증기에 포함되어 있는 광물질의 제거 등이 해결되어야 하며 경제성 역시 水力發電 단가 이상으로 나타나 있어 아직은 이러한 기술적인 문제점이 해결이 되어야 실용화 될 수 있을 것으로 예상된다.

45. 하수열의 지역 냉난방 이용

최근 日本 建設省 下水熱 이용연구회의 조사에서 下水熱을 지역 냉난방에 이용하면 30%의 에너지 절약 효과가 있다는 것이 판명되었다. 도시에서 발생하는 하수는 년중 온도 변화가 적고 안정되어 있기 때문에 최근 하수처리장 내의 空調 熱源에 이용하는 예가 늘고 있다. 同 연구회에서는 千葉縣의 상업지구 장래계획을 모델로 하여 에너지 절약 효과를 계산한 결과, 종래 시스템에서의 연간 에너지 사용량이 $197.1 \times 10^{12} \text{ Cal}$ 인데 비해 하수열 이용 시스템의 경우는 $138.7 \times 10^{12} \text{ Cal}$ 로서 약 30%의 에너지 절약을 할 수 있음이 밝혀졌다. 이 열량을 가정용 보일러에 사용하는 경우로 환산하면 3만 1천 4백드럼의 양이 되며 아울러 환경 보호 효과도 커서 증유를 연료로 사용할 때 발생하는 연소가스의 NO_x 를 25.8%, CO_2 를 31.8% 절감할 수 있다.

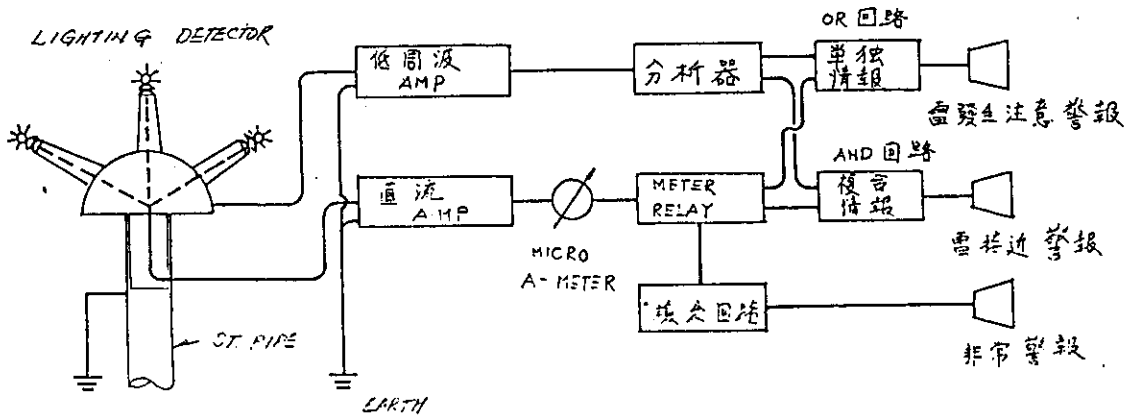
경제성에 있어서 熱供給 설비의 비용은 종래 시스템과 큰 차이가 없으나 熱源水 배관에 비용이 들기 때문에 인구가 집중되어 있는 지역에서는 열원과 실제로 이용하는 시설과의 거리가 가까울 경우는

경제성이 높은 것으로 판명되었다.

46. 落雷 警報器

日本 中央防雷(株)는 落雷로 인한 재해를 피할 수 있는 落雷 警報器를 개발하였다. 그 원리는 그림과 같은 LIGHTING DETECTOR를 落雷가 많이 발생하는 목장, 골프장, 운동경기장, 건물 옥상 등에 설치하여 落雷가 접근하면 단계적으로 경보를 울리게 되어 있다.

이 경보기의 특징은 落雷가 25 -30KM 내에 접근하면 自動的으로 경보를 울리고 낙뢰가 10-15KM 내에 접근하면 작업을 중지하고 안전한 곳으로 대피를 예고하는 警報가 울리며 비상경보는 落雷로 인한 피해가 예상되므로 이 警報가 끝날때까지는 안전한 곳에서 대피하고 있어야 한다.



47. 汚染의 熱을 이용한 給湯 시스템

최근 日本에서는 욕실이나 주방 등에서 배출이 되는 汚水의 熱을 흡수, 給湯에 이용하는 급탕 시스템이 개발, 실용화되었다. 주택이나 아파트, 빌딩 등에서 배출되는 汚水는 비교적 저온이지만 다량이 배출된다. 한편 급탕용으로 사용되는 물의 요구 온도 수준은 中間 저온이므로 오수가 가지고 있는 열을 熱回收 시스템을 이용하여 회수하고 회수된 열은 급탕에 사용한다. 그림1은 호텔과 상점으로 사용되는 건물 汚染의 熱 회수 시스템을 나타낸 것이다.

건물에서 발생하는 汚水는 수조를 거쳐 熱回收 시스템으로 送水되어 오수가 가지고 있는 열이 흡수되고 오수는 하수도로 배출된다. 여기서 흡수된 열은 히트펌프에서 급탕에 사용되는 에너지의 일부

를 분담함으로써 급탕용 에너지의 일부를 절약할 수 있다. 그러나 문제가 되는 부분은 熱交換 시스템에서의 管内 미생물 부착이나 스케일링 형성으로 관의 폐쇄나 열전달을 감소로 인한 열회수의 低下인데 이문제는 그림2와 같은 볼(ball)세척기를 관내에 설치함으로써 해결하였다.

관의 세척은 타이머에 의한 작동으로 매일 1회 16분 정도 실시하는데 우선 2분간 관내를 逆세척 시켜 管 入口 부위의 노발을 제거하고 12분간 세척 ball를 순환시켜 관 내부에 부착된 물질을 제거시킨 후 최후 2분간 ball를 회수한다. 이와 같은 自動세척 방식으로 연중 계속해서 熱 回收率의 증가와 관의 폐쇄를 방지할 수 있다.

II. 재 료

1. 日本의 次世代 콘크리트 開發 現 況

최근 토목 및 건축 구조물의 초고층화, 대형화, 경량화 및 특수화(해양구조물, 고속전철 등)가 진행됨에 따라 보다 합리적이며 경제적인 구조 시스템의 개발을 필요로 하고 있다. 이에 따라 기존의 건설자재의 본질적 개선이 요구되고 있으며, 이를 위한 하나의 방안으로 현재까지 지구상에서 가장 보편적으로 사용되어 오고있는 자재인 콘크리트의 고강도화, 고품질화가 적극적으로 추진되고 있다. 콘크리트는 그 단위 무게에 비하여 강도가 강재에 비하여 매우 열등하므로 이를 고강도화(Higher Strength)하기 위한 연구가 선진국에서 적극적으로 이루어져, 1987년도에 이미 미국 시애틀의 유니온 스퀘어 빌딩(Two Union Square Building)에 압축강도 $1,330\text{kg/cm}^2$ 의 초고강도 콘크리트가 사용된 실적이 있다(건설기술정보 제10호 참조).

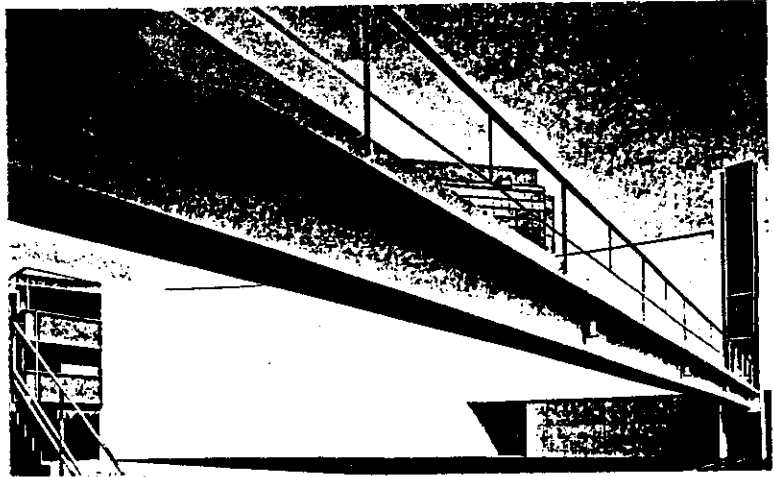
일본에서도 건물의 고층화와 인력난이 갈수록 심화됨에 따라 이같은 문제를 동시에 해결할 수 있는 강도 및 내구성이 기존의 콘크리트보다 우수한 소위 “차세대 콘크리트” 개발에 일본 건설업체들이 앞다투어 뛰어들고 있다. 이중 일본 건설업체의 대표적 고강도콘크리트 개발현황을 간략하게 소개한다.

鹿島建設은 최근 (주)秩父콘크리트와 합작으로 유동성과 강도가 뛰어난 콘크리트를 개발, 秩父시멘트 공장의 사일로(2만t규모)에 적용한 결과 매우 성공적인 평가를 받았는데 이 콘크리트는 종전의 고성능 減水濟만을 혼입하여 진동 다짐 없이도 품질을 상승시켰으며 또한 물시멘트비를 0.3 정도로 낮추어 설계 기준강도 $700\text{--}800\text{kgf/cm}^2$ 를 훨씬 웃도는 840kgf/cm^2 의 고강도콘크리트 개발에 성공하였다. (주)東急建設은 최근 기존 콘크리트에 석회석과 점성증가제, 流動化濟 등 3종류의 혼화제를 배합한 超流動化 콘크리트(HSC) 개발에 성공했다. 이 콘크리트는 압축강도, 건조, 수축, 동결, 용해 등 콘크리트가 경화한 후의 제반 성질은 일반 콘크리트와 같지만 공사중 진동다짐 작업이 필요없고 복잡한 형태의 형틀 구성까지도 콘크리트를 충전시킬 수 있어 매우 밀실한 콘크리트를 얻을 수 있을 뿐 아니라 시멘트 저장 창고와 같은 대형 설비 없이도 제조가 가능하다. 한편 竹中工務店, 三菱메타리알, 京浜菱光 콘크리트공업사 등 3개 회사에서도 微粉末 상태의 실리카흙을 이용한 고강도 콘크리트를 개발, 시판 단계에 들어갔다.

한편 竹中工務店에서도 설계기준강도 1000kgf/cm^2 의 초고강도 콘크리트가 개발되어 이미 건물이나 교량 등의 구조물에 이를 적용하고 있다. 일반적으로 콘크리트의 강도는 함수비에 반비례하므로 고강도화가 될수록 물시멘트비의 감소가 필연적이나 워커빌리티의 확보가 문제로 남아있다. 따라서 실제 구조물에 고강도 콘크리트가 사용될 때에는 고강도와 고유동성을 동시에 만족시켜야 하므로 同社에서

는 분말狀 실리카흙과 고성능 감수제를 첨가해 현장 타설이 가능한 초고강도 콘크리트의 개발에 성공하였다.

실리카흙은 유리질의 SiO_2 를 주성분으로 하는 직경 0.1-0.5 미크론의 초미립자로서 콘크리트의 유동성과 콘크리트의 미세 공극을 충전시키는 역할(filler)을 함으로 강도를 향상시키는 작용을 한다. 건물에서의 초고강도 콘크리트의 사용으로 구조물 스펙을 확대할 수 있고 또한 기둥의 치수를 대폭 축소시킴으로 활용공간이 넓어지며 교량과 같은 구조물에서는 보통콘크리트에서는 불가능했던 교량의 형고비가 40:1 이라는 매우 날렵한 교량건설의 실현이 가능하게 하였다.



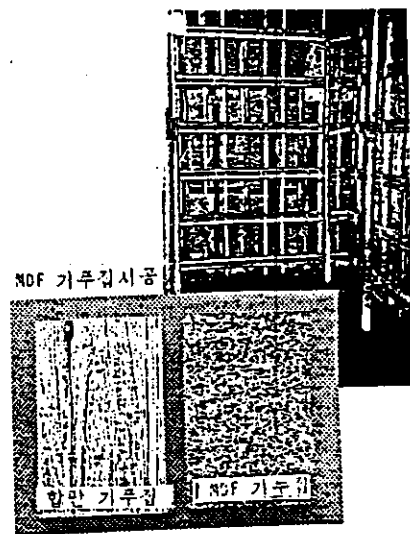
鹿島建設에서도 압축강도 $1,400\text{kg}/\text{cm}^2$ 이상인 초고강도 콘크리트를 개발하여 실제 크기의 실험을 통해 施工上 문제점이 없음을 확인하였다. 종래 超高強度 콘크리트를 제조하기 위해서는 고성능 감수제를 사용하여 물시멘트比를 극단적으로 낮추거나 실리카흙과 같은 혼화재를 사용하여 제조해 왔으나 이러한 방법으로는 압축강도 $1,400\text{kg}/\text{cm}^2$ 가 한계였다. 그러나 이번에 개발된 초고강도 콘크리트는 물시멘트비를 낮추는 고성능 혼화제와 超微細분말 이외에 특별히 염선했된 골재가 사용하였다. 지금까지 골재는 초고강도 콘크리트의 강도 발현에서 있어 일종의 異物質로 취급되어 오히려 콘크리트 강도 低下의 원인으로 생각되어져 왔으나 이번의 연구에서 양질의 골재 선택에 따라 強度가 증가될 수 있다는 것이 증명되었다. 또한 종래의 초고강도 콘크리트는 점성이 높아 펌프 압송에 어려움이 있는 등 시공상 문제점이 있었으나 이번에 개발된 超高強度 콘크리트는 이러한 문제점들이 해결되어 사용하기에 편리한 제품이다.

한편 일본 鹿島建設과 아라미드社는 和蘭의 악조(AKZO)社에서 개발한 Arapree라는 이름의 아라미드 섬유보강재를 사용한 PS콘크리트보 개발에 성공하였다. 지금까지 아라미드섬유와 같은 신소재의 단점으로는 콘크리트와의 부착력이 문제시 되었으나 Arapree는 종래의 원형 단면을 板狀으로 생산, 부착력을 향상시켰으며 코일狀으로 감겨져 있어 운반이 용이하다. 인장재의 정착부도 신소재를 이용, 정착시 정착 효율도 좋고 정착 작업도 용이 하며 인장재의 손상도 방지하게 되었다.

이번에 실용화된 콘크리트 보의 역학적 특징을 보면 종래의 FRP인장재에 비하여 취성이 개선되어 2배 이상의 설계 하중에서도 콘크리트 보의 균열 분산이나 균열 폭의 제어가 가능하다. 앞으로 이러한 특징을 이용한다면 선로 궤도 열차의 Guideway나 철근의 부식이 가장 큰 문제로 되어있는 해양 플랜트, 해안 구조물 등에 효과적인 이용이 가능할 것으로 기대된다.

3. MDF를 이용한 거푸집

최근 지구 환경문제에 관심이 높아지면서 건설업계에서도 환경 보존을 위한 여러 연구 개발이 진행되고 있다. 일본의 三井건설은 각종 폐목재를 이용한 MDF(Medium Density Fiberboards)를 개발하여 기존의 합판 거푸집 대체용으로 사용하고 있다. MDF의 재료는 합판공장, 제지공장 등에서 발생하는 각종 폐목재 및 미사용 목재, 토목 및 건축공사에서 발생하는 폐목재 등으로 이들을 파쇄하여 섬유화한 후 접착제를 첨가한 후 열압성형을 하여보드로 만들어 낸다. 사용 후의 폐기는 원자재가 목재이므로 기존 합판과 같이 처분한다.



4. 고장력 비닐을 이용한 철근 代替資材 개발

철근은 건축, 토목의 構造體로서 매우 중요한 위치를 차지하고 있는 자재 중의 하나이나 부식이 되고 중량이 무거워 작업하기 힘들며 加工性이 나쁘고, 傳導性이 있으므로 고압전류가 통과하는 장소에서는 磁氣化, 發熱, 전기 손실이 발생하는 문제점을 내포하고 있다.

이러한 문제점 때문에 최근에는 아라미드나 유리섬유 등 각종 新素材를 이용한 철근 대체자재가 개

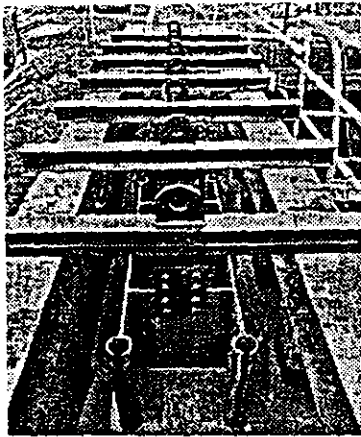
발되고 있다. 그러나 이들 자재들은 철근의 대체용으로 사용하기에는 고가이고, 힘에 약하며, 알카리성에 약한 문제점 등이 있다.

이러한 문제점들을 해결하기 위해 일본에서는 최근 高強力비닐을 이용하여 중량이 철근의 약 1/8로 초경량이며, 철근만큼의 강도를 가진 FRP Rod(크라테크 로드)를 개발하였다. 이 신소재는 우선 고강도라는 점 외에도 부식의 염려가 없고, 가볍고, 절단이 용이하며, 자성을 띄지 않는 등 철근에 비하여 우수한 장점들을 가지고 있으므로 철근의 代替 補强材로써 뿐만 아니라 鹽害가 우려되는 지역의 건축물에도 이용할 수 있다.

이 자재는 비닐론을 高強度섬유화하여 에폭시樹脂에 함침한 후 이를 다시 여러 가닥으로 꼬은 것으로 인장強度는 철근과 비교하여, 철근 D10(직경9.5mm)이 50kg/㎡인데 반해 크라테크 로드 D7.5(직경 7.5mm)는 80kg/㎡의 強度를 나타낸다.

5. 地中 연속벽용 鋼材 개발

日本 新日本製鐵은 6월18일 지하공간을 개발하기 위한 地中連續壁用 강재 'NS-BOX'를 개발했다고 발표했다. 이강재는 지하철이나 건축 地下壁體의 大深度, 대규모화가 진행되고 있음에 대응하기 위하



여 강재의 플랜지부분 제조 방법을 근본적으로 개선하여 Slit화 시킨 강관과 강판을 압연시켜 一體 成形한 것으로 壁用 鋼板으로서의 품질과 시공성을 대폭 향상시켜 70 ~ 80m 심도에서도 시공이 가능하다고 한다.

同社는 강재 地中連續壁 工法의 개발을 추진함에 있어서 GH type이라고 하는 鋼材를 사용하여 실용화를 추진해 왔으나 이 GH Type의 플랜지부를 Slit화 시킨 강관및 강판을 용접,가공하는데 많은 공정이 소요되어 보다 신뢰성 높은 제조법이 요구되어 왔다.

신개발된 'NS-BOX(GH-R)'이라 불리는 新鋼材는 이 Flange材의 제조 방법을 근본적으로 바꾸어 Slit화시킨 강관과 강판을 압연으로 一體 成形하는 것으로, 이로 인해 강도 및 신뢰성을 대폭 향상시켰다. 同社는 금후 이 鋼材를 사용하여 NS-BOX 공법이라고 하는 강재 지중연속벽 공법의 개발을 추진키로 했으며, 새로운 강판을 사용함으로써 종래의 콘크리트계 지하연속벽에 비해 신뢰성이 높아짐과 동시에 현장에서의 효율증가와 공기 단축이 이루어지게 되었다.

6. 이산화탄소 흡수 신소재 콘크리트

지구 온난화의 원인 중 하나로 알려져 있는 이산화탄소를 흡수하는 환경보호용 다공콘크리트가 일본 徳島大 공학부 건설공학과 河野 教授팀에 의해 개발되었다.

이 연구팀은 몇년 전부터 콘크리트 구조 보강재로 탄소나 아라미드 섬유 등의 신소재의 사용이 점차 확대됨에 따라 중화반응으로 인한 철근 부식의 염려가 없어질 것을 착안, 높은 효율로 이산화탄소를 흡수할 수 있는 다공질 콘크리트를 고안해 냈다. 이 콘크리트는 일반 콘크리트 구성 소재에서 모래만 빼고 조강시멘트와 실리카, 그리고 조골재로 제조된다.

모래가 첨가되지 않으므로 강도의 저하를 염려하였으나 물의 양과 실리카의 종류 등을 조절하여 오히려 종전의 콘크리트보다 강도가 향상된 콘크리트 제조에 성공하였다. 이렇게 만들어진 다공질 콘크리트는 1m^2 당 최고 70g의 이산화 탄소를 흡수하며, 흥미가 있는 것은 콘크리트가 이산화탄소를 흡수하면 강도가 약 20% 증가한다는 점이다. 그러나 다공질 콘크리트는 모든 건축물에 적합하지는 않다. 구멍이 많아 공기나 물을 투과시키기 때문에 빌딩의 천정이나 외벽에는 사용할 수 없으므로 우선은 발전소나 제철소 등 이산화탄소를 많이 배출하는 대형 시설에서 적용을 할 수 있을것으로 예상되며 道路鋪裝에 사용될 경우 자동차가 배출하는 탄산가스를 흡수하는 동시에 콘크리트의 무수한 공극이 자동차 소음을 흡수할 것으로도 예상된다. 이외 다공성 콘크리트는 빗물을 투과시키므로 빗길 미끄러짐도 방지할 수 있을 것으로 기대된다.

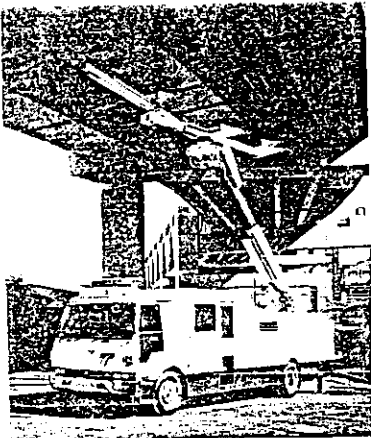
III. 장 비

1. 콘크리트 구조물의 균열 자동 계측차량

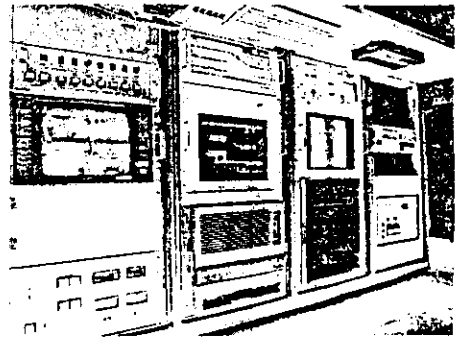
지난 60, 70년대로부터 근년에 이르기까지 건설한 국내 콘크리트 구조물의 노후 및 부실공사로 인한 붕괴사고, 조기 성능저하 등에 대한 내용이 점차 문제화 됨에 따라 구조물의 붕괴를 사전 예방, 보수하기 위한 안전점검에 대한 인식이 점차 높아져 가고있다.

최근 일본에서 개발된 콘크리트구조물 균열자동계측 차량은 이동식으로 구조물의 균열을 간편, 신속하게 측정할 수 있어 구조물의 손상 정도에 대한 리얼 타임 자료수집 및 판단이 가능하게 되었다.

종래에는 균열 손상 정도를 육안과 사진 점검 등으로 측정 및 판단함으로써 많은 시간과 노력이 필요하였고 또한 교량 하부나 높은 부위는 측정에 많은 어려움이 있었으나 이번에 개발한 차량에 탑재된 계측 장비의 특징은 신속 간단하며 정밀도도 매우 우수하며 이 결과로 구조물의 보수 방법, 시기 등을 확실히 할 수 있어 효율적인 구조물 안전도 관리가 가능하다. 1회 측정시 반경 약 9m 범위로 지상 약 15m 높이까지 계측이 가능하고 균열의 식별가능범위는 폭 0.2mm 이상으로 차량 내부에 설치된 모니터에 의해 균열 크기가 나타나게 되어있다. 현재 개발 중인 자동 데이터 해석 시스템이 완성되면 구조물의 내구성 향상에 많은 도움이 될 것으로 판단된다.



콘크리트 구조물의 균열 자동 계측차량



차내 모니터에 의한 제어장치

2. 바닥 하드너 시공장치

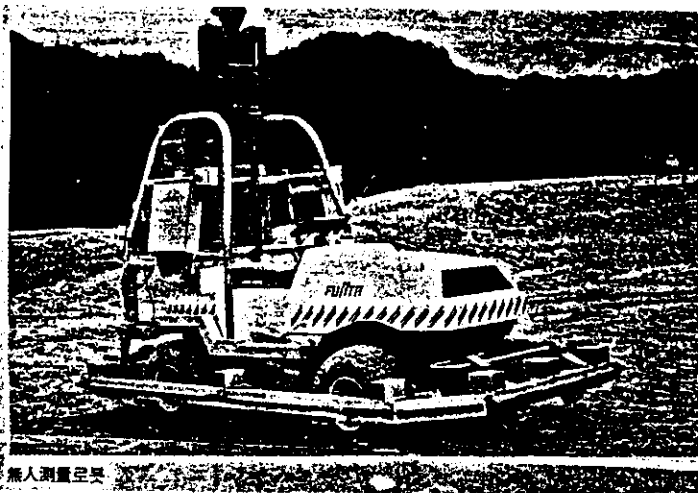
바닥의 하드너시공은 이음이 없는 바닥 마감이 특징으로 공장이나 주차장, 창고 등에 폭넓게 사용되고 있다. 그러나 이 분야에서도 기능공의 확보와 양성 문제로 시공의 기계화 필요성이 더욱 증대하게 되어 최근 일본의 静岡屋敷社에서 자주식 바닥 하드너 시공장치(ROLLER CART)가 개발되었다. 이 장치는 미숙련자도 간단한 기본 조작 방법을 익힘으로써 사용이 가능한 단순 구조의 소형 기계, 구동장치로 저소음의 소형 발전기와 모터를 채용하고 있으며 그 계원을 보면 다음과 같다.

- 크 기 : 폭 1150 x 길이 1140 x 높이 905 mm
- 무 게 : 12 kg
- 부속장치 : 용량 50ℓ의 도료탱크, 발전기(0.5kw), 모터(60w), 도료 산포용ARM 및 도료 leveling用 롤러
- 시공능력 : 실외주차장 100~200㎡/H, (숙련시 300~400㎡/H)

시공방법은 먼저 도료를 혼합하여 도료탱크에 주입하고 작업 장소에서 페달을 밟으면 도료가 탱크에서 호스를 통해 기계 측면에 설치된 도료 산포용 ARM 상부 BOX로 옮겨진다. 이를 도료산포용 ARM으로 바닥에 산포하면서 10M정도 전진하여 바닥면을 점검한 후, 다시 후진하면서 뒤쪽에 달린 LEVELING 용 ROLLER로 고르게 하여 면을 잡는다.

이 장치의 특징으로는 우선 불필요한 중복 바름을 최소한으로 억제하여 안정된 도막을 얻을 수 있으며 엔진 원동기 대신 100V/60W의 모터와 소형발전기를 사용하여 소음이 적고, 마감이 우수하며 전진, 후퇴, 속도조정, 정지등의 조작을 초보자도 쉽게 할 수 있다.

3. 無人 측량 로봇 개발



敷地 조성 工事 현장 등에서 측량 작업을 全自動으로 행하는 無人 자동 로봇이 개발되었다. 일본의 후지다社가 개발한 이 로봇은 계속 데이터를 관리하는 마이크로 컴퓨터 및 광파거리계를 장착한 고정부와 미리 지정된 경로에 따라 無人으로 주행하는 컴퓨터 제어 차량의 이동부로 구성되어 있다.

고정부와 이동부는 각기 쌍방을 자동추적 할 수 있는 光통신 장비를 탑

제, 두 부분간의 거리나 高低差 차량의 주행경로 등의 정보를 주고 받을 수 있다.

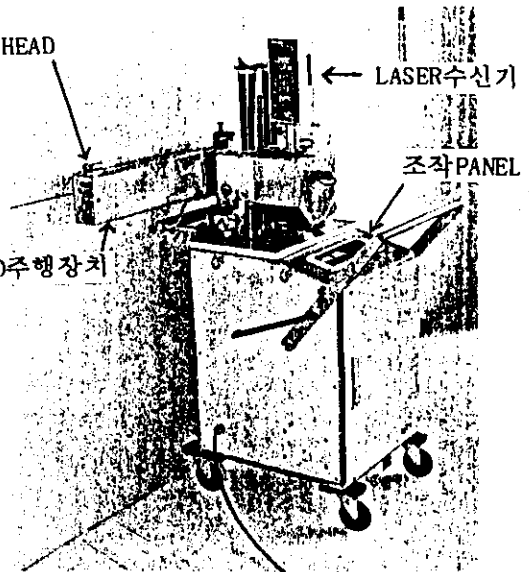
계측이 끝나면 마이크로 컴퓨터를 이용하여 절토나 성토량을 계산하여 부지의 조감도와 횡단도를 작성하며 多數의 지점을 연속해서 측량, 리얼타임으로 계측데이터를 얻을 수 있게 되었다.

4. 자동 수평기준먹줄 시공장치

마감공사를 위하여 필요한 水平기준 먹줄을 측정하고 자동적으로 MARKING 할 수 있는 自動수평기준 먹줄시공장치(Level Marker)가 日本 후지다건설과 마테크(주)에 의해 공동 개발되었다. 종래의 수평기준 먹줄은 기능공 1명과 보조원의 도움으로 수작업에 의존하여 왔으나 이 장치는 일반 근로자도 수 분간 사용 설명만 듣고 보조원없이 간단히 작업을 실시 할 수 있다.

** 주요 제원 **

먹메김가능높이	FL+900~1100	먹메김 LAHEAD주행장치
먹메김 부위	수평벽면	
시공능력	30초/CYCLE	
시공정도	±1mm	
중 량	약 60kg	
조작방법	Touch Panel 조작	
주행방법	인력에 의한 4륜주행	



이 장비의 주요 제원을 보면 먹메김가능높이 FL+900~1100mm, 먹메김 부위: 수평벽면, 시공능력: 30초/CYCLE, 시공정밀도: ±1mm, 조작방법: Touch Panel 조작, 주행방법: 인력에 의한 4륜주행으로 중량은 약 60kg정도이다.

주요부위의 기능은 다음과 같다.

- 1) 구동 기구부 : LASER 광선을 받아 소정의 높이로 위치를 결정하고, 경사계로 먹메김 HEAD 주행장치의 경사도를 감지하여 경사 수정용 BALANCE MOTOR 에 의해 수평 위치를 결정한다.
- 2) 먹줄 시공부 : CONTROLLER의 지시를 받아 MICRO GEAR PUMP에 의해 먹물을 먹메김 HEAD에 공급한다. 먹메김 HEAD는 주행용 MOTOR 에 의해 수평으로 주행하면서 점선을 MARKING 한다.
- 3) 제 어 부 : LASER 수신기와 경사계로 부터의 신호를 받는 DATA처리부, 각 MOTOR를 제어하는 軸제어부, HEAD및 PUMP CONTROLLER 부, 전원부의 4개 제어부로 구성된다.

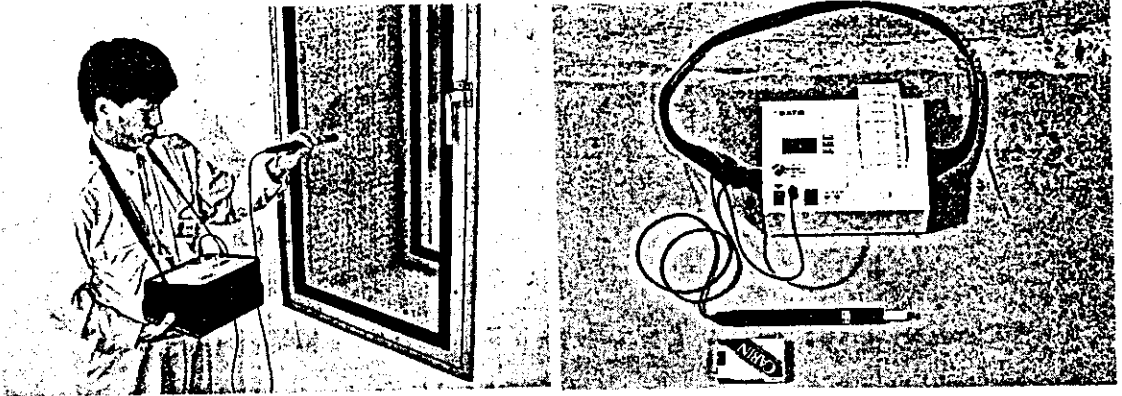
5. 경량소형 結露 豫知機

日本の 清水建設은 최근 結露 발생을 간단하고 정확하게 예측할 수 있는 結露 豫知機를 개발, 실용화하였다. 이 장치는 지금까지의 結露 예측을 위하여 기온, 습도, 表面온도를 각각의 측정 기구를 사용하여 시간대 별로 측정하던 방식에 대하여 단지 1개의 측정 기구로 結露를 측정할 수 있도록 하여 소요 시간을 줄이고 정확도를 높인 것으로 기온과 습도를 측정하여 露点온도를 산출하고 이를 물체 표면 온도와 대비하여 結露의 위험성을 수치로 판정할 수 있게 되어 있다.

이 장치의 활용으로 다음과 같은 효과가 기대된다.

첫째, 工事管理분야에서는 結露의 발생을 안전, 주의, 발생의 3단계로 구분하여 그때 그때 램프와 부저로 알림으로써 집착, 도장 등의 작업을 최적의 상태에서 행할 수 있으며 특히, 結露 발생 대비책을 해놓을 경우 내장공사시 최적의 상태에서 공사를 함으로써 하자없는 고품질 시공이 가능하다.

둘째, 실내 環境診斷으로서의 '結露 예지기'로 활용하여 노점 온도와 표면 온도를 30분 간격으로 벽에 고정된 센서를 이용하여 24시간 연속 측정함으로써 結露 발생의 시간대를 쉽게 알아낼 수 있다. 또한 이

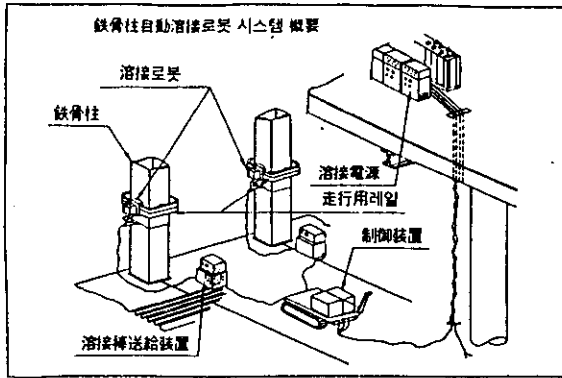


들 자료를 이용하여 실내의 환경 진단은 물론 結露에 의한 곰팡이 발생 등을 방지 하는데 좋은 지표가 될 수 있다.

6. 鐵骨柱 자동용접 Robot 시스템

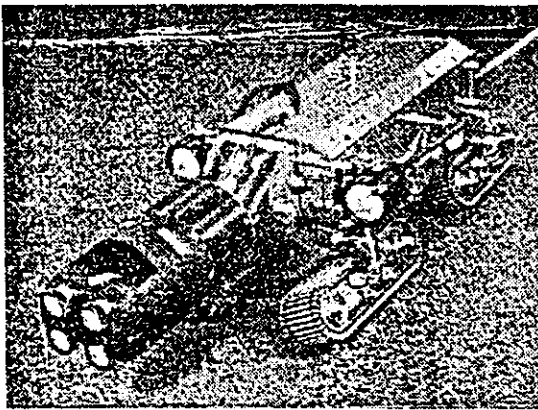
최근 지금까지 자동화가 곤란한 것으로 생각되었던 鐵骨기둥 Corner부의 용접을 高精度로 시공하고 또 角柱나 丸柱등 어떠한 형상의 기둥이라도 자동으로 용접할 수 있는 자동용접로봇시스템이 일본에서 개발되었다. 이 시스템에 사용된 로봇은 레일을 따라 주행하면서 溶接部の 형상을 레이저센서로 판단하고 용접속도를 자동제어하면서 연속용접을 한다. 또한 이 로봇은 숙련 용접공이 지닌 용접기술의 요소를 데이터 베이스화 하여 溶接部の 형상 판단, 용접 속도, 와이어(용접棒)의 送給, 연속용접 같은 일련의 용접작업을 모두 자동화할 수 있다는 점이 특징이다. 지금까지는 인력으로 2인 1組로 하

루 기둥 2本을 용접해 왔으나 이 로봇을 사용하게 되면 한사람이 2-3本の 기둥을 용접할 수 있다. 그러므로 2-3배의 작업 효율을 올릴 수 있는 것이다.



용접로봇은 주로 레이저 센서를 탑재한 로봇 본體와 走行用 레일, 용접용 送給裝置, 제어장치로 구성되어 있다. 로봇 본體의 중량은 약 20kg, 분할이 가능한 走行用 레일은 1유닛당 약 10kg으로 輕量化, 유닛화를 도모하여 한 사람의 작업자로서 운반, 설치가 가능하다. 일본 清水建設은 在來工法을 사용한 빌딩 鐵骨工事に 대해서도 이 시스템을 도입할 예정이다.

7. 管渠자동진단 로봇트

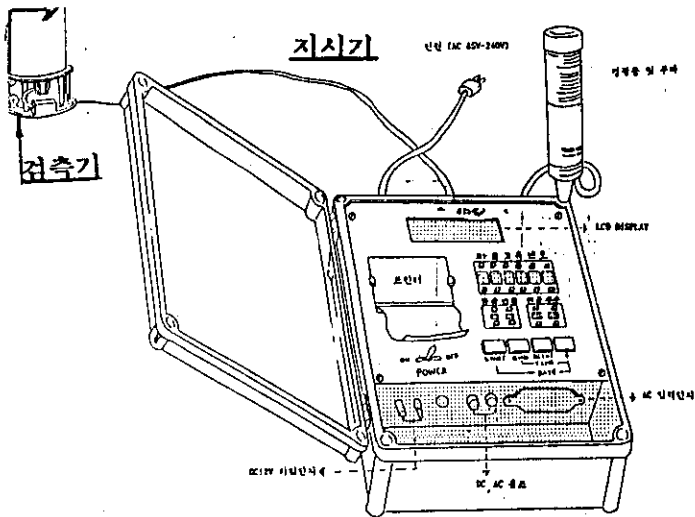


管渠의 健全度調査로봇트(徑50MM用)

이 로봇트는 本體와 地上에 설치되는 제어部로 나뉘어 제어 케이블로 연결 되어 있으며 구경 350mm-850mm 의 小口徑 관거내로 이동하면서 로봇트에 부착되어 있는 카메라와 센서를 이용하여 균열이나 파손, 철근의 老朽度, 황화수소의 농도 등 관거 교체 시기의 指標가 되는 조사를 수행 할 수 있다.

下水道 管渠는 관거위의 하중이나 관거 내에서 발생하는 황화수소 그리고 기타 접합부 시공불량 등으로 내부가 부식되거나 균열로 인한 하수의 누수현상이 발생하는 경우가 자주 발생하게 된다. 그러나 하수관이 대형일 경우 직접 관거내에서 육안 관찰이 가능하나 관이 좁은 경우 내부상태의 점검이 거의 불가능하다. 이러한 문제점 해결을 위하여 최근 일본에서는 하수관을 검사할 수 있는 로봇트가 개발되었다.

8. 파일 자동 항타 검측기

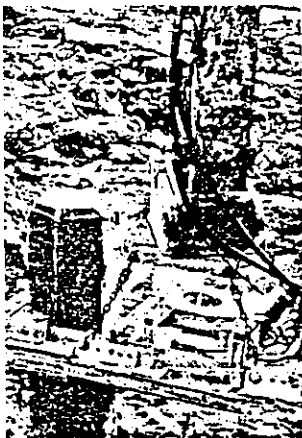


대한주택공사에서는 지난 1991년에 개발한 파일 항타 자동 검측기를 개발한 바 있다. 이 검측기는 지시기와 검측기로 구성되어 있는데 검측기는 파일의 기울기 및 관입량 등을 측정하고 지시기는 검측기로 부터 받은 데이터를 처리하게 된다.

지시기는 현장 조건에 따른 관입량을 입력시켜 놓으면, 관입량 범위 以內的 항타 횟수가 15회 일때 검측기에 부착된 경광등 및

부저가 작동하여 항타를 완료하고 데이터를 出力(최종항타 15회)한다. 또한 大韓住宅公社에서는 이 계측기에 적합한 標準 示方書를 작성 완료하였으며, 향후 住宅公社가 시행하는 파일 항타 工事에는 上記 계측기로 측정된 자료는 조건없이 인정을 받게된다. 현재 나라 엔지니어링에서 판매 대행을 하고 있으며 가격은 약 4백만원 정도이다.

9. 콘크리트 파일(Concrete Pile) 頭部 절단기



최근 캐나다의 LB社는 각종 기초 공사에서 콘크리트 파일을 박은 후 파일의 頭部 즉 타격부분을 효과적으로 절단할 수 있는 장비를 개발하였다. 이 장비는 공사현장에서 흔히 사용하는 기존 굴착기의 헤드부분에 간단히 정착시킬 수가 있어 別途의 장비가 필요없다.

頭部 절단기의 가장 중요 부위는 콘크리트 切斷用 날(Cutter) 인데 이 날은 절단시 파일 보강 철근의 손상 방지를 위하여 많은 시험을 거쳐 특수 고안 되었다. 파일의 두부를 인력으로 제거할 때에 비하여 장비의 사용으로 시간 절감이 되며 안전사고의 예방도 기대할 수 있다고 한다.

LB社는 自國內의 건설 현장에 이 장비를 투입, 반응이 매우 긍정적인 것에 힘입어 미국 시장 및 유럽,

아시아 市場에 판매를 서두르고 있다.

10. 대기오염감시

최근 차량의 급격한 증가로 대도시지역은 교통문제와 함께 대기오염이 매우 심화되 가고있다. 각종 차량 및 공장에서 배출되는 배기 및 연소가스로 산성비와 스모그현상이 이미 오래전부터 발생하기 시작하여 생태계의 파괴뿐만 아니라 국민건강에도 매우 심각한 문제가 되고있다.

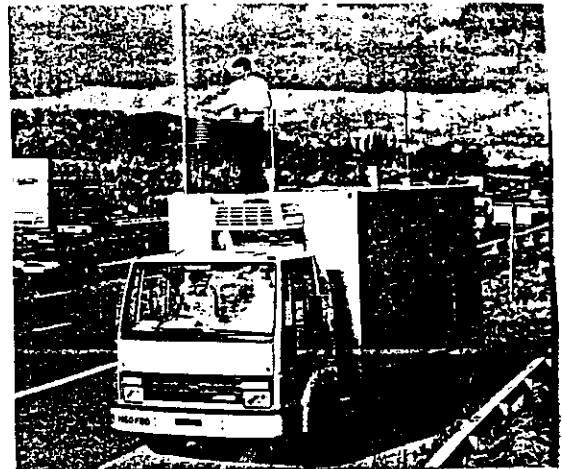
이와같은 대기오염문제를 모니터링하기 위하여 영국에서는 런던 근교의 고속도로에 大氣 상태를 측정하고 오염원을 판명하는 측정시설을 설치하여 운영을 하고 있는데 Reynold's Register사의 이 측정장치는 차량에 탑재하여 도심지 및 시내 근교에서 아황산, 일산화탄소, 질소산화물, 오존, 탄화수소 및 분진을 포함하는 대기 오염 물질을 측정할 수 있는 장비를 갖추고 있다. 사진에서 보여주는 측정장치중 가장 높은 위치에 있는 것은 감지 장치로 기상 조건도 측정할 수 있다.

대기오염의 주요 오염물질로는 차량 매연과 화력발전소 및 공장에서 배출되는 질소산화물(NO_x), 황화물 그리고 탄화 수소의 일종인 휘발성 유기화합물(VOCs)등으로 휘발성유기화합물은 세제, 접착제 및 휘발유 등에 널리 사용되어 증발과 함께 대기 중으로 확산된다.

이들 물질이 일광과 반응을 하여 광화학적 반응으로 인하여 오존이 생성되며 과도한 오존량은 호흡 곤란과 식물에 해를 주고 또한 수확량의 감소, 부패 등을 유발하기도 한다.

유해물질과의 광화학적반응으로 인한 오존의 발생은 보통 5시간이상으로 지속되고 대기의 이동으로 오염원에서 5시간 - 10시간 떨어진 곳까지 영향을 받게되므로 따라서 오존의 피해는 시내 중심에서 교외까지 미치고 국경을 넘어서도 영향을 준다.

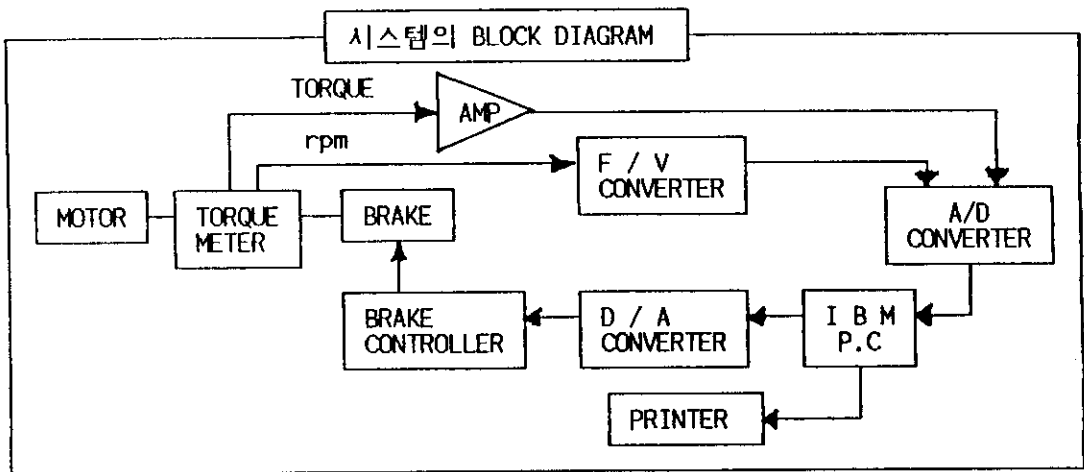
이 이동 측정장치는 외부 전력을 사용하지 않고도 가동되며, 대기오염 발생에 신속하게 반응하여 오염원을 판명할 수 있다. 이와 더불어 이 장치는 환경 영향 평가를 수행하고, 규정을 준수하는지를 판명하여 대기 상태에 대한 일반적인 정보까지도 제공 한다.



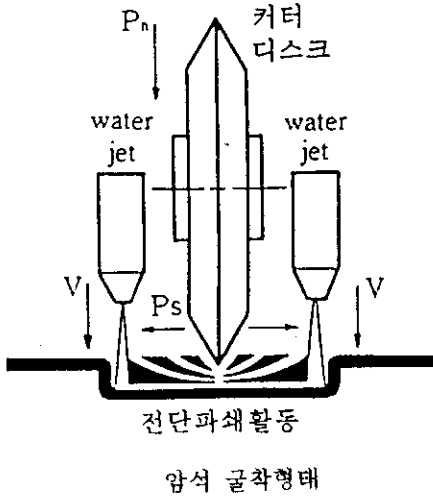
11. 전동기성능시험기 국산화

최근 전동기성능시험기의 국산화가 이루어 졌다. 이 기기는 AC 3상 또는 단상 모터의 기동 특성, 정격 특성 및 임의의 속도나 토크에서의 각 특성을 컴퓨터를 사용하여 분석, DATE LOGGING과 그래프 작성을 할 수 있는 기능을 갖춘 모터 특성 분석기로서 수입에 의존하던 모터 아날라이저(motor analyzer)에 수입 대체 효과를 갖도록 설계된 시스템이다.

이 기기의 주요 특성을 살펴보면 모터를 정속도로 회전 시킨후 brake에 점차 하중을 주어 모터가 정지할 때까지의 모터 스피드에 대한 電流, 電壓, 토크, 입력 및 파워, 효율, 정격점 등에 대한 특성을 그래프로 표시하며 일정 스피드 및 일정 토크 모드에 따라 모터를 정속도로 회전 시킨후 BRAKE에 적당한 하중을 주어 일정한 스피드나 토크가 되면 그 때 각 모터의 특성을 그래프로 나타내 준다. 또한 소프트웨어는 PULL DOWN MENU 방식을 채택하여 쉽게 사용할 수 있으며 줌(Zoom) 기능의 추가로 동작 및 분석이 용이하고 AC 3상과 단상 유도 전동기의 특성을 컴퓨터에 의해 實 時間(REAL TIME)으로 측정, 분석이 가능하고 시험용 모터의 설치 분해가 간편한 장점이 있다.

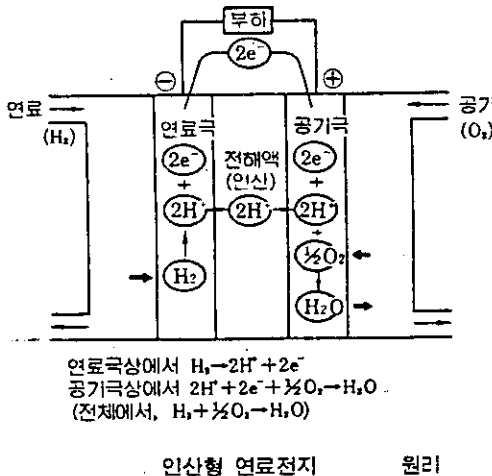


12. 고압의 WATER JET를 병용하는 TBM공법



TBM(Tunnel Boring Machine)工法은 터널 굴착에 있어서 NATM공법에 비하여 工期 단축 및 여굴 감소 효과 등의 다양한 장점이 있어 전세계적으로 널리 사용되고 있는 공법이다. 그러나 암반 굴착에 있어 고강도 컷터 외에 큰 推力(thrust)이 필요하다. 또한 이런 推力을 얻기 위해서는 TBM의 自重이 커지고 운반 조립이 어려워지며 가동 時 전력 소모도 증가하게 된다. 이런 단점을 보완하기 위해 독일의 Bergbau Forschung社에 의하여 컷터 주변에 워터 제트를 설치하는 방법이 개발되었는데 이 방법에 의하면 굴착속도가 매월 200m/월인 경우 약 55%의 추력을 감소시킬 수 있고 적은 推力으로도 굴착 효율을 증대시킬 뿐 아니라 TBM의 자중도 감소시킬 수 있다.

13. 670KW급 燃料電池 실용화



日本 도시바社(東芝社)는 효율이 높고 진동이 적은 670KW 규모의 加壓, 인산형 연료전지를 개발, 실용화 했다. 이 燃料電池(S.O.F.C: Solid Oxide Fuel Cell)는 수소와 산소의 화학반응을 이용, 발전하는 것으로 L.N.G. 석유, 석탄 등을 +극(연료전극)으로 하고 공기를 -극(공기전극)으로 하여 연료를 연소시킬때 발생하는 電氣를 集積한 電池이다. 이 전지는 효율이 뛰어나고 騒音 및 振動 배기가스의 발생량이 적은 淸淨에너지로 평가되고 있다.

이번에 선을 보인 燃料電池는 길이 1미터정도의 CELL(單電池) 469매로 구성되어 있고 7매의 CELL을 높이 3.5M의 원통형 용기에 저장시켜 구조의 간편화와 소형화를 도모했다. 한편 東芝社는 앞으로 규모

가 큰 1천KW 규모의 인산형 燃料電池의 개발을 추진키로 했다.

14. 에폭시 주형 진상 컨덴서

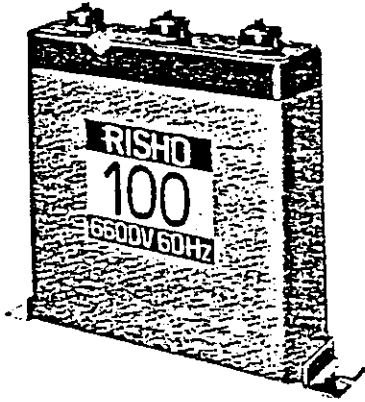


그림 1. 외관

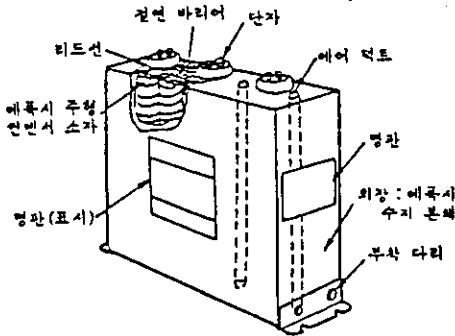


그림 2. 구조도

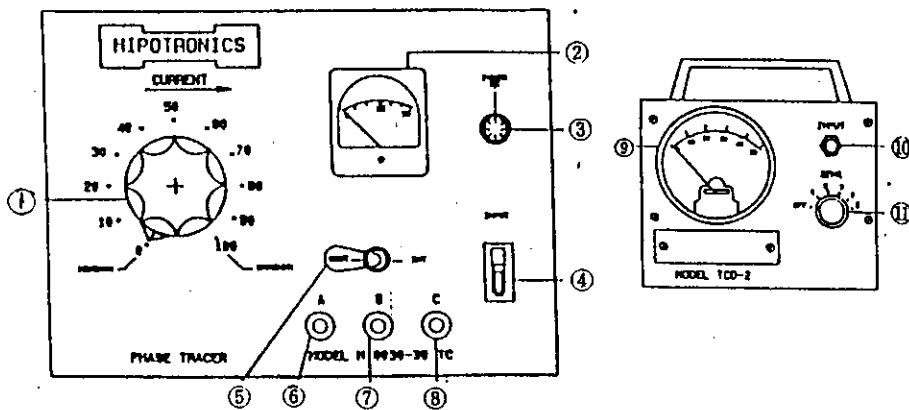
高壓 수배전 설비기기로서 진상 컨덴서나 변압기는 광물성인 합성 절연유가 사용된다. 그러나 이러한 종류의 컨덴서는 절연체로 사용되는 절연유가 가연물이기 때문에 만일 내부 소자의 단락이나 절연 파괴 사고가 발생한 경우 내부 온도가 이상 상승하여 절연유의 열팽창, 외장 케이스의 파손 또는 폭발의 염려가 있고 또한 절연유가 유출하여 다른 기기에 손상을 주기도 한다.

이를 방지하기 위해 변압기를 종래의 진상 변압기와 성능이 동등하면서도 절연구조가 에폭시수지注型의 고체 절연방식으로 하여 난연성이면서 자기 소화성능을 가진 비폭발성 방재형 에폭시주형진상변압기가 개발되었다. 이 변압기는 에폭시 주형, 계기용 변압기의 설계, 제조기술에 의하여 개발된 것으로 고압 수배전 설비기기의 oilless화가 가능하여져 변압기의 폭발로 인한 화재발생을 감소시키는 데 의의가 크다고 하겠다.

15. 相 測定器(PHASE TRACER)

맨홀 내에서와 같이 지중 배선 선로의 여러 회선이 동일 루트를 경과하는 경우에는 필요한 선로의 상을 구분하기가 매우 어렵다. 잘못하여 다른 선로의 케이블을 절단하였을 경우 안전사고가 발생하게 된다. 따라서 많은 선로의 케이블 중에서 찾고자 하는 선로의 상을 구분할 때 이 측정기를 사용하게 된다.

측정 방법은 해당 선로의 한쪽 단자를 상호 접속하고 다른쪽 단자에 발신기를 연결하여 발신기를 통해 2상의 케이블에 각각 다른 주기의 파장을 실어 보내 나머지 1상으로 회귀하게 한다. 상을 확인할 선로의 중간에서 수신기(TCD-2)와 감지 코일(PICK-UP COIL)을 이용하여 각 상에 수신되는 파장의 형태로써 상을 구분하고 파형이 나타나지 않을 경우는 타 선로로 판정하게 된다.



- | | |
|-------------------------|----------------------------|
| 1) 출력조절기 (Current) | 6) 7) 8) 출력접속단자 (A. B. C상) |
| 2) 전류계 (D. C AMP Meter) | 9) 감지계기 |
| 3) 전원표시등 | 10) 탐지코일 (pick-up coil) |
| 4) 전원스위치 | 11) Sense S. W |
| 5) 선택스위치 (CONT. INT) | |

IV.기 타

1. 환경 보전과 경제 성장

일반적으로 경제성장은 환경피해를 심화시키는 것으로 이해되고 있으나 최근 연구에 의하면 각 都市의 아황산(SO_2)가스 배출 농도는 國家의 개인 소득과 상당한 연관성을 나타냄을 보여준다. 즉, 도시 지역의 아황산가스 농도는 1인당 소득이 낮은 수준에서 소득과 함께 증가하나 이와 반대로 1인당 소득이 높은 수준에서는 소득의 증가에 따라 감소하여 대부분 先進國에서는 대기 중 아황산가스의 농도가 매우 낮게 나타났다. (그림1)

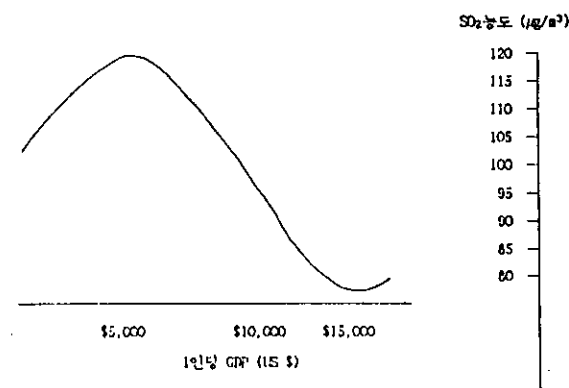


그림 1: 도시오염도와 개인소득과의 상관관계

그림 1에서 보는 바와 같이 도시 지역의 아황산가스 농도가 최고 수준을 지나 하락하기 시작하는 전환점은 1인당 국민소득이 1988년 기준 美貨 5,000 달러 수준인 것으로 나타났는데 우리나라의 경우 1인당 國民所得이 1990년에 이미 5,569 달러를 기록했고, 그림2 에서 대도시에서의 아황산가스의 농도가 대체적으로 점차 감소 추세를 보이는 것을 알수 있다.

만일 이와 같은 감소 현상이 더욱 진전된다면 연구결과에 따라 우리나라는 도시지역의 대기 오염에 관한 최악의 상태를 벗어날 수 있는 하나의 필요 조건을 충족한 셈이다.

先進國이 1960년대까지만 해도 높은 개인당 국민 소득에 비해 환경 개선 노력을 게을리하여 1960년대 말경에야 환경 개선 사업에 착수한 반면 韓國은 이미 국민소득이 1,592 달러에 달했던 1980년에 環境廳을 설립, 본격적으로 환경 개선에 신경을 써 정부 위주의 정책에서 범국민적 차원으로까지 발전시켜 나갔다.

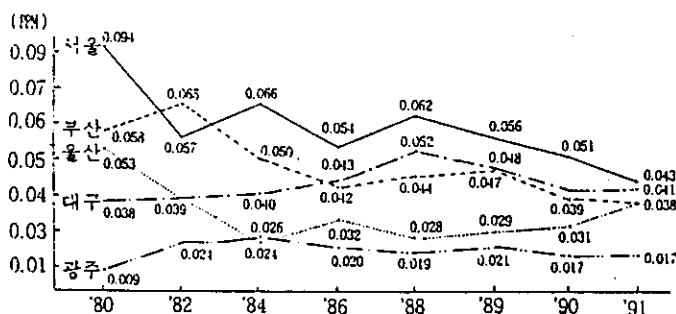


그림 2: 우리나라 대도시의 연도별 아황산가스농도변화

그러나, 최근 세계보건기구와 유엔 환경계획(UNEP)이 공동으로 추진해 온 지구 환경 감시 체계(GEMS)의 자료분석에 의하면 서울은 세계의 대도시 중 大氣汚染이 극심한 도시 중의 하나로 밝혀져 환경 개선을 위한 지금까지의 노력이 충분하지 못하고 있음이 밝혀졌다.(그림2 참조) 그림의 종합 대기

오염지수는 지난 8년간 각 도시의 大氣汚染度가 건강에 심각한 위험을 줄 수 있는 수준을 초과한 연간 最大日數를 기준으로 작성된 것인데, 최악의 대기오염 상태로 알려진 中國의 선양(Shen Yang)을 100의 指數로 했을 때 서울은 오염지수 34로 세계 대도시 중 12위를 차지하고 있다.

이와 같이 서울은 중국, 인도네시아, 인도, 필리핀 등 우리나라에 비해 경제개발이 상대적으로 뒤떨어진 나라들과 이태리의 밀라노를 제외하고 세계에서 대기오염도가 가장 높은 도시로 밝혀져 産業構造 조정, 交通體系의 획기적 변화, 에너지정책 및 개발정책의 변혁 등 事前 예방적이고 근본적인 대응책 마련이 매우 절실하다.

	Country	Metropolitan Area	Total Index
1	China	Shenyang	100
2	China	Beijing	82
3	Indonesia	Jakarta	80
4	China	Xian	71
5	India	Calcutta	66
6	India	Delhi	59
7	China	Guangzhou	56
8	China	Shanghai	47
9	Italy	Milan	47
10	Philippines	Manila	45
11	India	Bombay	37
12	Korea, Rep	Seoul	34
13	Thailand	Bangkok	30
14	Spain	Madrid	27
15	Yugoslavia	Zagreb	25
16	Hong Kong	Hong Kong	22
17	France	Gourdan	19
18	Chile	Santiago	16
19	Finland	Helsinki	12
20	Brazil	Rio de Janeiro	11
21	Brazil	Sao Paulo	10
22	Belgium	Brussels	10
23	United States	Birmingham	9
24	Portugal	Lisbon	9
25	Malaysia	Kuala Lumpur	9
26	German, Fed Rep	Frankfurt	8
27	Israel	Tel Aviv	8
28	Canada	Montreal	8
29	Poland	Wroclaw	7
30	United Kingdom	Glasgow	6
31	Poland	Warsaw	6
32	United Kingdom	London	5
33	United States	Chattanooga	5
34	Greece	Athens	5
35	Australia	Sydney	5
36	United States	New York	4
37	Canada	Hamilton	4
38	United States	St. Louis	3
39	United States	Chicago	2
40	Netherlands	Amsterdam	2
41	Ireland	Dublin	2
42	Canada	Toronto	2
43	New Zealand	Christchurch	1
44	German, Fed Rep	Munich	1
45	Japan	Tokyo	1

Source: WRI (1990), Table 24.5

표) 세계 주요도시의 대기오염지수