

고분자 물질에 의한 콘크리트 공해문제 해결

레미콘 업계에 콘크리트로 인한 공해문제를 해결할 수 있는 고분자 물질이 개발되었다.

미국 텍사스주에 소재한 프리츠 케미칼(FRITZ CHEMICAL CO.)로부터 개발되어 작년부터 북, 남미주 지역 및 유럽지역에서 판매되고 있는 프리츠 팩(FRITZ PAK)인데 현재 이로 인하여 콘크리트 업계에 획기적인 반응을 보이고 있다.

레미콘 차량이 마지막 운송을 마친후 공장으로 돌아와 드럼에 물을 넣고 드럼 내벽에 붙어 있는 콘크리트 찌꺼기를 씻어내는데 이것이 산업폐수 및 슬러지를 발생시키므로 커다란 공해문제를 야기 시켜왔다.

그러나 적당량의 물과 함께 프리츠 미니 팩(FRITZ MINI PAK)한 봉지를 넣고 5~10분 정도만 교반을 시킨후 정차시켜 놓아도 안에 남아있는 콘크리트 찌꺼기가 굳지않고 그대로 있으므로 아주 간단히 처리할 수 있다는 것이다. 물론 다음날 새로운 콘크리트를 그곳에 받을때 전날 투입한 물의 양만큼 빼주어야 하며, 저녁에는 또한 동일한 방법으로 처리하므로써 공장 폐수 및 슬러지 발생의 주된 원인을 차단하고 레미콘 차량 세척작업을 쉽고 간단하게 할 수 있다는 것이다. 또한 내부봉지가 물에 녹는 특수한 수용성 비닐로 포장되어 있어 내부봉지 그대로 투입할 수 있도록 되어 있으므로 사용이 편리하여 상품성을 한결 높이고 있다.

이렇게 투입한 프리츠 미니 팩은 다음날 투입되는 새로운 콘크리트에 전혀 영향을 주지 않는 것으로 보고되어 있다.

또한 현장으로 콘크리트가 운송되는 동안의

교통체증, 현장에서의 장시간 대기, 이러한 것이 콘크리트의 품질을 저하시키는 주된 원인이 되고 있는데 이러한 긴급 상황시 콘크리트의 품질을 유지시키면서 수시간 동안 지연시키기 위한 프리츠 스탠다드 팩(FRITZ STANDARD PAK)도 있다.

이 제품은 투입하는 양에 따라 수시간에서부터 하루 이상까지도 생 콘크리트 상태를 유지시킬 수 있는 획기적인 제품이라 설명하고 있다. 강도나 기타 콘크리트의 물성은 변화시키지 않고 시멘트 수화반응만 억제시켰다가 일정한 시간이 지나면 다시 원래의 성질을 회복시키는 특수한 고분자 물질로 형성되어 있는데 프리츠 미니 팩이나 프리츠 스탠다드 팩의 성분은 같고 포장단위(중량)만 차이가 있을 뿐이다. 주의해야 할 점은 콘크리트의 경화가 시작되지 않은 상태에서 처리하여야 한다는 것과 온도에 따른 약간의 주의사항만 숙지한다면 프리츠 팩의 사용으로 인하여 얻을 수 있는 잇점은 과연 콘크리트 업계에 획기적이라 할 수 있다. 환경오염 즉 공해문제로 각 레미콘 공장들이 많은 고충을 겪고 있는데 이것으로서 거의 해결할 수 있으므로 레미콘공장에 대한 일반인의 공해시각을 상당히 전환시킬 수 있으리라 보고 있다. 위 제품은 1988년부터 미국시장에서 시판되기 시작하였고 각각 1000여회 이상의 현장 테스트 결과 콘크리트의 물성에 영향이 없다는 것이 입증되었다고 한다.

1988년도 美·日の 레미콘출하량

日本 전국생콘크리트공업조합연합회는 1988년도의 레미콘 출하량이 전년도에 비하여 6.8% 증가한 1억 9,010만 7천m³로 지금까지 최고

의 실적을 보였던 1979년의 1억 8,860만 6천m³를 넘어선 최대량이라고 한다. 이러한 증가에 대하여 대도시권을 중심으로 한 건축붐으로 인하여 그 수요가 크게 늘어난 것으로 보고있다.

또한 일본생콘크리트조합의 회원사의 경우는 전년도에 비해 7.9% 증가하였으나 비회원사의 경우 0.8%로 오히려 감소하였으며, 비회원사의 전체점유율도 전년도에 비하여 1.2% 감소한 16.8%로 후퇴한 것이 큰 특징으로 꼽히는데, 이러한 이유를 회원사들의 효율적인 경영과 부단한 품질개발의 효과로 보고있다.

한편 미국의 경우 CPN(Concrete Producer News)의 조사에 따르면 1987년에 비하여 1988년도의 미국 레미콘 생산량은 2% 정도 감소한 2억 1,600만m³로 집계되고 있는데 미국의 경우에 이처럼 생산량이 크게 둔화된 것은 지난 대통령선거로 인한 경제에 대한 불안감 등이 큰 요인이었다고 추정하고 있다. 그러나 올해의 생산량도 작년에 비하여 또다시 2% 정도 감소한 2억 1,400만m³로 떨어질 것으로 관련업계에서는 추측하고 있다.

CPN의 통계자료 중에서 몇가지를 간추려보면 ▲배치플랜트의 콘크리트 평균강도가 1987년에 비하여 3% 정도 높아졌으며 ▲美國 전역의 레미콘업자 중에서 55%가 플라이애쉬와 기타의 대체시멘트계 재료를 함께 사용하고 있으며 ▲전체 생산자의 14%가 시멘트의 컨시스턴시에 문제가 있다고 지적하였고 ▲사업자마다 평균 5개의 업체가 레미콘공급에 경쟁대상이 되고있다고 밝혔다.

레미콘용 고감도 水分計開發 —電磁波方式으로 海砂도 측정 가능—

日本 光洋機械産業은 레미콘 및 콘크리트 2차제품 제조 등의 품질관리에서 제일 중요시되고 있는 골재의 表面水率을 높은 精度로 측정할 수 있는 高感度水分計 「K-831B」를 개발하

여 발매하고 있다. 同 水分計는 종래의 靜電容量方式이나 重量方式이 아닌 새로운 기술에 의한 電磁波方式이다.

종래 방법의 경우 염분의 영향을 받는 海砂에는 부적당하고, 알칼리성이 강한 回收水에서는 정도가 상당히 떨어진다. 또한 사용할 모래의 전량을 측정하는 것은 거의 불가능한 등의 문제점이 있었다. 그러나 「K-831B」는 이러한 난점 등을 해결할 수 있고, 측정후의 뒷처리가 필요없으며, 機器자체도 콤팩트하여 日本 레미콘업계에서는 劃期的인 수분계라는 評이다.

전자파방식에 의한 측정방법은 습윤사에 적당한 전자파를 照射하면 變위전류가 흐르게 되고, 이것을 측정하여 함수율을 알아낼 수 있다. 특징은 ① 골재를 순간적이고 연속적으로 계측할 수 있고, ② 海砂에도 사용이 가능하며 ③ 계측속도가 빨라 2차 제품 등에 사용시 즉시에 補正할 수 있다. ④ 또한 측정후에 골재의 뒷처리가 필요없으며 ⑤ 계량골재의 전체량을 평균치로 나타내어 주며, 모든 수치는 디지털로 표시된다.

同 측정기의 사용으로 골재의 表面水率을 정확하고 신속하게 측정할 수 있어 정확한 슬럼프값의 계산으로 콘크리트제품의 품질관리에 효과적으로 이용할 수 있을 것이다.

좁은 空間에서 효과적인 콘크리트펌프

활동공간이 매우 제한된 작업장에서도 매우 효과적으로 활용될 수 있는 소형의 콘크리트펌프가 새로 개발되었다. 英國의 Moka Ltd社가 개발한 이 「P25」는 사용자의 선택에 따른 몸체 구조로 공급, 설치될 수 있으며, 판매장 등과 같이 좁은 공간에서의 보수공사 등에 특히 적합하다. 이 펌프 자체는 직경 100mm의 철제 파이프를 부착한 2중으로 접는 구조의 起重部와 결합되어 견고한 받침대에 고정됨으로써, 소형의 트럭에 고정된 구조로 이뤄진다. 특히

공기냉각식의 디젤엔진 동력을 활용함으로써 관절부의 움직임, 회전, 고압물 펌프의 작동 등을 제어하며, 별도의 차량엔진에 의한 동력은 필요로 하지 않는 잇점이 있다.

펌프의 이론적인 최대 성능은 시간당 25m³의 콘크리트를 吐出할 수 있으며, 최대 수직 도달 거리는 75m, 최대 수평 도달거리는 230m에 달한다. 그러나 이같은 최대 성능을 동시에 발휘시킬 수는 없으며, 콘크리트의 혼합상태 및 파이프의 규격에 따라 실제 성능은 상당히 변화된다. 이 펌프의 직경 100mm파이프 규격에 적용될 수 있는 콘크리트용 자갈의 최대 크기는 25mm이며, 장치의 호퍼용량은 400에 달한다. 이 장치는 특히 기중부의 하강속도가 한계치를 초과할 때 이를 정지시킬 수 있고, 유압호스의 고장이 발생되었을 때 유압실린더를 잠그는 작동제어 밸브를 내장함으로써 안전특성이 뛰어나다.

吸水폴리머로 高強度 콘크리트를 개발

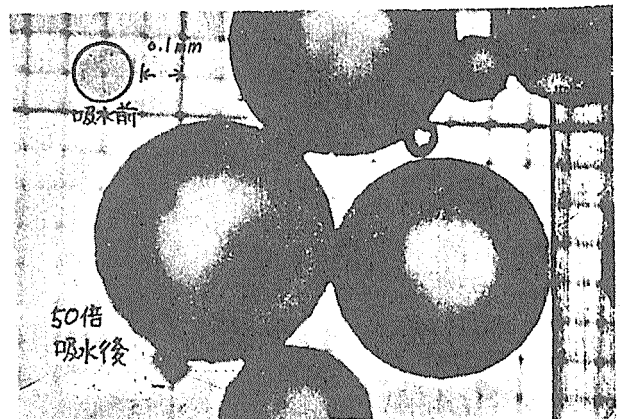
시아이·켄테크(株)는 1987년에 伊藤忠商事가 100% 출자하여 설립된 회사로 고도기술사회에 따른 상품개발, 기술이전, 기술정보의 제공을 업무로 하여 급속한 신장을 보이고 있는 회사이다. 이 회사는 三井建設(株)가 보유하고 있는 「氷콘크리트技術」에 착안하여 三井建設(株)와 공동으로 吸水폴리머를 이용한 콘크리트의 제조에 성공하였다.

통상의 콘크리트제품을 만드는 경우, 시멘트, 골재, 물을 혼합하게 되는데 이 경우 시멘트의 水和反應에 필요한 理論水量은 23.5%로 알려져 있다. 그리고 충분히 균일한 혼합을 위해서는 보통 50%의 물이 水和反應에 사용되고 대개의 W/C比는 50% 이상이 되며, W/C比가 높아질 수록 혼합은 용이하나 콘크리트의 강도가 떨어지는 것은 당연하다. 여기서 水和反應에

필요한 물만으로 콘크리트를 쉽게 혼합할 수 있다면 현재의 콘크리트에 비하여 치밀하면서도 高強度콘크리트를 얻게될 것이다. 이러한 것이 가능한 구체적 방법으로 혼합시에 물 대신에 잘게 분쇄된 얼음조각을 사용하여 粉體混合(Dry Blend)시키는 방법이 氷콘크리트 기술이다.

얼음을 사용하여 常溫에서 드라이브blend방식에 의하여 치밀한 고강도콘크리트를 제조하는 대신에 吸水폴리머를 사용하는 기술이 이 기술 개발의 포인트이다. 그러나 현재 시판되고 있는 종이 기저귀나 생리대 用品 등에 사용되는 吸水폴리머는 吸水後 凝胶되어 젤리狀으로 되기 때문에 드라이브blend는 불가능하다. 이번 개발에 사용된 吸水폴리머는 大阪有機化學工業(株)가 개발한 吸水되어도 凝胶狀으로 되지 않고 독립된 각각의 微粒狀을 가지는 特殊吸水폴리머(상품명 PQ폴리머)로 이것을 사용하여 간단하게 고성능의 콘크리트를 제조할 수 있다는 것이다.

이번에 개발된 吸水폴리머는 종래에 시판되고 있는 吸水폴리머와는 달리 凝胶化가 일어나지 않고 微粒狀으로 되는 특징이 있는데, 이것은 외관상으로는 눈송이 모양을 하고 있으며 장기간에 걸쳐 安定化되고 流動性이 좋은데 간단히 표현하자면 물을 粉末化한 상태라 할 수 있다.



〈寫眞 1〉 吸水前·後의 폴리머

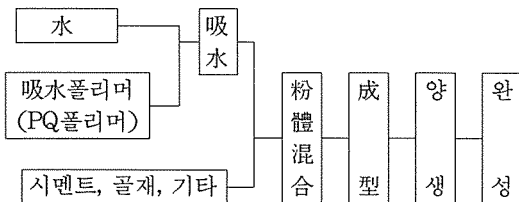
이 기술은 물 자체를 분말화하였기 때문에

시멘트와 혼합시에 아주 양호한 믹싱이 가능하다는 것이다. 이것은 취급이 간단할 뿐 아니라 혼합비율도 시멘트의 1% 이하이므로 코스트면에서도 거의 영향이 없다고 한다. PQ폴리머의 특징을 간단히 기술하면 다음과 같다.

- ① 吸水된 상태에서도 겔化되지 않고 유동성이 뛰어난 微粒狀의 구조를 갖는다.
- ② 吸水時 물의 수배 이상의 미립상의 분체로 팽창한다.
- ③ 흡수속도가 대단히 빠르다.
- ④ 물에 거의 용해되지 않는다.
- ⑤ 독성이 거의 없고, 生物分解 作用에도 강하다.

PQ폴리머의 외관은 백색분말이고 평균입도가 70~150 μ m, 비중 0.95~1.00, 含水率 5% 이내, 溶出率 2% 이내, 吸水能力이 脫이온수에는 70~200배, 0.9% 食鹽水에서는 25~35배를 나타내며 膨脹率이 2~3배에 이르게 된다.

콘크리트제품 전반에 이용할 수 있는데 특히 建材 등에 이용할 때 補強用纖維, 樹脂, 鉛과우더, 안료 등과의 배합이 가능하므로 필요한 기능을 부여하는 제품의 생산에 크게 기여할 것으로 보인다. 재령 28일의 휨강도가 평균 180kgf/cm²로 나타났으며 기본적인 배합은 시멘트 100에 대하여 규사 40, 물 23, 增粘劑 1, 흡수폴리머(PQ폴리머 BL 100) 0.8의 비율로 알려지고 있다. 이 기술개발의 개요도는 <圖 1>과 같다.



<圖 1> 제조 프로세스

콘크리트 타설의 세계기록

세계 최대량의 콘크리트 연속타설이 서독 프랑크푸르트市 중심부의 상업지구의 건축공사에서 최근 달성되었다. 이것은 두께 5.4m로 용적이 약 18,600m³의 RC기초부분으로 타설에는 78시간이 소요되었다. 이 건물은 2년 후에 완성될 예정인데, 건물높이는 유럽 최대의 높이로서 전시장을 갖춘 최고층빌딩인 Messeturm으로 높이가 약 255m의 RC造로 건설될 예정이다.

설계는 美國 시카고의 Murphy/Jahn건축사무소에서 하였고 시공은 서독 Essen市的 Hochtief社가 담당하였는데 총공사비는 3억 7,500만불로 견적되고 있다. 이번에 달성한 연속타설 신기록은 기초를 지지하는 54m 깊이의 64개의 케이슨기초 공사 타설에서 이루어졌다.

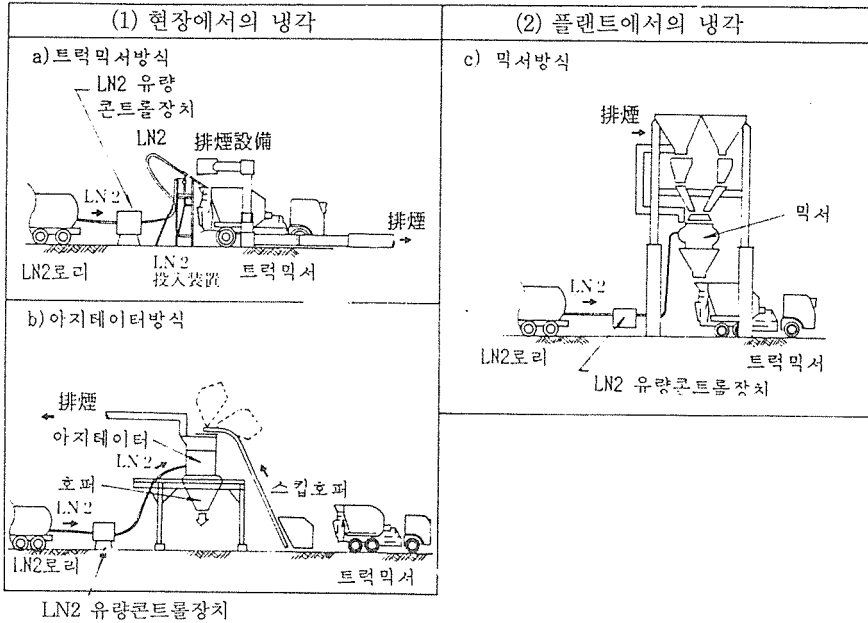
液體窒素를 이용한 NICE크리트 工法

종래 얼음, 冷水, 冷風 등에 대신하여 極低溫 液化가스인 액체질소를 冷媒로 사용하는 프레클리닝공법은 이미 일부 실용화가 진행되어 선진국들에서는 많은 시공 실적을 나타내고 있는 공법이다. 여기서는 大林組에서 개발한 「NICE크리트 工法」을 소개한다.

액체질소는 콘크리트를 냉각한 후 기체 상태로 밖으로 추출되어 콘크리트 품질에는 전혀 영향을 미치지 않기 때문에 사용량에 제한이 없고 혼합중이나 혼합후에 자유로이 콘크리트의 온도를 제어할 수 있다는 장점이 있다.

<NICE크리트 工法の 특징>

- ① 냉각이 콘크리트의 품질을 변환시키지 않는다.



〈圖 1〉 各種施工形成

- ② 냉각온도에 한계가 없다.
- ③ 냉각설비비가 거의 들지 않기 때문에 中 小規模工事에서도 충분한 경제성이 있다.
- ④ 냉각설비의 설치장소를 자유롭게 설정할 수 있다.
- ⑤ 냉각관리가 극히 간단하다.
- ⑥ 콘크리트의 균열을 방지하며 장기강도를 보장한다.

〈용도〉

- 발열량이 많은 고강도콘크리트 구조물
- 부재단면이 큰 구조물
- 뿔중콘크리트 공사
- 특히 내부온도나 온도수축량을 규제할 필요가 있는 콘크리트구조물
- 공기를 단축하기 위한 대형 콘크리트구조물

콘크리트 거푸집용 透水시트

최근에 들어 콘크리트 표면을 매끄럽게 하면

서 표면강도를 높일 수 있는 여러 방법들이 개발되고 있다. 이러한 방법들은 대개 콘크리트 거푸집에 不織布를 부착시킨 방법으로 거푸집면에 부착된 不織布를 통하여 표면에 남아있는 잉여수를 제거함으로써 강도증진과 마무리면을 미려하게 처리하는 기술이다.

日本 大林組는 纖維의 排水效果를 이용하여 콘크리트의 표면을 매끄럽게 하고 耐久性을 향상시키는 「엑셀포움공법」을 개발하여 실용화하였다. 이 공법을 채택하면 종래의 일반 거푸집으로 시공한 콘크리트에 비하여 표면의 硬度를 20~40%까지 증가시킬 수 있고, 시멘트의 水和作用으로 인한 剩餘水가 원인이 되어 발생하는 콘크리트면의 表面 마마자국도 해소할 수 있다는 것이다. 콘크리트와 물을 효과적으로 배출하는 기능과 콘크리트의 장기양생 후에 형틀의 철거가 용이하도록 되어있다. 2층 구조의 이 시스템은 콘크리트側에는 不透水性의 有孔 필름을 형틀側에는 透水性의 不織布를 설치하여 기포와 콘크리트면의 마무리면에 생기는 잉여수가 필름의 미세한 구멍을 통하여 부직포로 전달되어 형틀 바깥으로 배출된다. 이 공법의

최대의 특징은 표면을 매끄럽게 하고 강도를 높여주는 외에도 표면의 耐久性을 높여 주므로 외부의 환경적 변화에 대한 中性化의 지연 등의 효과도 노릴 수 있다. 또 설치가 간단하며 시트는 재단이 자유롭고 보통의 거푸집처럼 여러번 사용할 수 있으며 사용 후 폐기시도 특별한 처리가 필요없다는 것이다.

이 외에도 의류 전문업체인 아타 7社에서도 신체의 땀 등을 밖으로 배출시키는 의복 등의 기술을 응용하여 콘크리트 거푸집用 透水시트 개발에 적용하는 방법을 개발하였다. 이 회사에서 개발한 특수시트는 앞의 것과 그 기본원리는 같으나 不織布 대신에 특수폴리오레핀系의 高機能性 섬유를 多層構造로 만든 것으로 종래 보통의 거푸집이 1주일 이상의 형틀을 설치해야 하나 본 공법을 이용하면 3일 만에 거푸집을 제거할 수 있어 거푸집의 사용 효율성을 높일 수 있다.

이러한 투수시트를 이용한 공법의 장점을 검증해보기 위하여 동결융해시험을 해 본 결과 그 성능이 우수함이 입증된 보고가 많이 되고 있다. 특히 원자력시설이나 해양구조물 등의 高耐久性을 요구하는 구조물에는 대단히 효과적인 공법이 될 것이다.

위에 소개한 회사의 기술 외에도 熊谷組의 「텍스타일포움工法」, 日本바이린의 「마이크로사와 필름」 등 다수가 있고 관련특허도 수십건에 달하고 있다.

耐磨耗性 콘크리트 開發

日本 大阪가스, 大林組, 大阪시멘트 등 3社는 磨耗量이 종래의 1/3밖에 되지 않는 耐磨耗性 콘크리트를 공동으로 개발하였다. 이것은 콘크리트의 界面活性劑와 大阪가스에서 개발한 석탄피치계 炭素纖維 「도너카본」을 약 3% 첨가하여 만든 것으로 압축강도가 240kgf/cm², 휨강도가 80~100kgf/cm²에 달하는데 특히 휨강

도의 경우는 보통의 콘크리트에 비하여 2배 이상의 강도를 나타낸다고 한다.

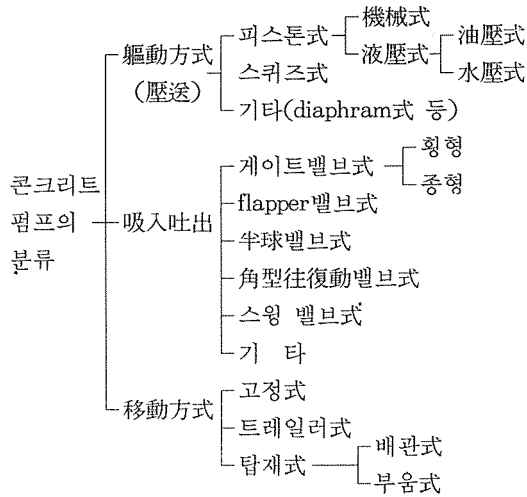
界面活性劑의 혼화제와 탄소섬유로된 섬유보강재가 콘크리트의 표면을 치밀하게 보강하여 마모성을 높이도록 되어있는데, 工場内の 바닥 부분 등에 시험시공한 결과 그 효과가 뛰어난 것으로 판명되었다. 앞으로 마모가 큰 고속도로나 공항활주로 기계기초의 바닥 등에 應用하는 방안이 강구되고 있다.

「콘크리트 펌프공법의 動向」 소개

일본 콘크리트工學會誌의 1989년 5월호에는 콘크리트 펌프공법의 동향이란 제목으로 펌프공법의 연혁과 압송에 대한 배합의 영향 등에 대한 해설기사가 실렸다.

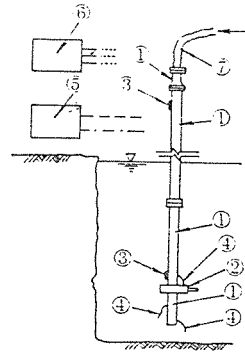
석유나 석탄가스의 파이프수송은 1900년초에 실용화되었고, 고체입자의 파이프수송의 기업화는 1914년 영국의 석탄수송이 최초였다. 한편, 프레시콘크리트를 파이프로 수송한 건설공사는 1928년 독일에서 처음 실시된 이래 歐美에서부터 널리 보급되기 시작하였다. 콘크리트 타설공사는 초기의 믹서도입에서 슈트 타설방법, 레미콘의 사용 등으로 발달하여 현재는 콘크리트의 壓送工法으로 진행되고 있다. 콘크리트 펌프공법을 분류하면 <그림>과 같이 나눌 수가 있다.

이 외에도 총 17페이지에 달하는 본 기사 내용은 콘크리트 펌프공법의 연혁, 콘크리트공사의 변화, 콘크리트 펌프의 종류, 콘크리트 펌프의 성능, 콘크리트 펌프의 이용, 펌프壓送에 미치는 배합의 영향(슬럼프, 시멘트量, 골재, 공기량, 혼화재료), 프레시콘크리트의 壓送性(프레시콘크리트의 유동적 성질, 프레시콘크리트의 管内流動과 마찰, 압송부하의 산정) 등에 관한 내용이 정리되어 있다.



<그림> 펌프공법의 분류

<圖 1> 특수트레미관 장치의 구성



- ① 트레미관
- ② 개폐 밸브
- ③ 압력변환기
- ④ 레벨 검지기
- ⑤ 제어 유니트
- ⑥ 램프 표시판
- ⑦ 호스

KTS 工法

KTS工法은 水中의 광범위한 면적에 품질이 양호한 콘크리트를 효율적으로 시공할 목적으로 개발한 特殊트레미관을 이용한 工法이다. 熊谷組가 개발한 이 장치는 트레미관 끝부분에 유압으로 작동하는 開閉밸브와 트레미관의 内部壓力을 검지하는 檢知器, 콘크리트의 레벨檢知器 등을 갖추고 있다.

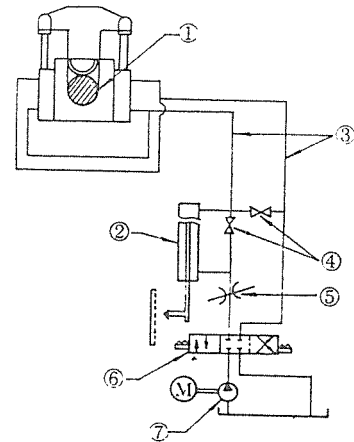
<특징>

- ① 타설의 중단, 타설재개가 쉽고 넓은 면적에 효율적으로 시공할 수 있다.
- ② 트레미관 위치에서 콘크리트의 타설 높이를 지상에서도 쉽게 관리할 수 있다.
- ③ 밸브의 開口量 조절에 의한 물의 관내 역류를 방지할 수 있다.

<용도>

본 공법은 水中콘크리트 타설, 콘크리트 말뚝 기초, 낙차가 큰 현장에서의 콘크리트 수송 등에 적용될 수 있다.

<圖 2> 開口量 검출장치



- ① 개폐 밸브
- ② 타설량 검출장치
- ③ 유압호스
- ④ 밸브
- ⑤ 유량제어 밸브
- ⑥ 전자 밸브
- ⑦ 유압 펌프

<産業研究院 문영호 研究員 提供>