

# 500년 견디는 콘크리트 開發

## 超音波를 利用 구조물의 결함, 強度 파악

超音波를 이용해 콘크리트 구조물의 결함과 수명등을 측정할 수 있는 초음파 탐상법이 韓國 標準研究所에서 개발됐다.

韓國標準연구소는 콘크리트 탐상을 위한 장치(다층탐촉자)와 광대역 수신장치를 개발, 이를 이용해 콘크리트구조물의 결함, 두께, 수명, 강도, 재료의 품질 등을 파악할 수 있는 기술을 개발했다.

이 초음파탐상법은 초음파를 콘크리트구조물에 투과해 다시 돌아오는 결과를 이용하여 구조물의 내부 상황을 파악할 수 있게한 기술로서 기존 구조물에는 손상을 입히지 않는다.

이 탐상장치의 시스템컨트롤러는 IBM 퍼스컴이 사용돼 탐상결과를 분석하게 된다.

초음파 탐상법은 원자력 발전소 콘크리트 시설물 및 저수용댐과 같은 특수한 콘크리트 구조물의 결함과 강도조사, 고층아파트, 콘크리트교량, 터널, 방파제 수명에측 및 안전도조사, 콘크리트 도로포장 및 활주로의 두께측정 및 강도조사, 흑연, 목재, 석재와 같이 구성 입자가 큰 재료에 대한 품질관리 등에 활용될 수 있다.

## 混和劑 사용 500年 콘크리트生産

500년을 견딜 수 있는 超高耐性 콘크리트의 開發에 성공했다고 日本의 다케나카(竹中) 建設이 10월 25일 발표했다.

다케나카 建設은 후지사(藤澤)약품등이 共同으로 鐵筋의 부식과 콘크리트에 잔금이 가는 것을 豫防, 콘크리트의 수명을 현재의 50~60년에서 500년 이상으로 크게 延長할 수 있는 2가지 종류의 混和劑를 開發, 내년부터 市販한다고 밝혔다.

鐵筋콘크리트의 수명이 단축되는 것은 건조하거나 얼어붙어 잔금이 생기고 산화물이나 염분의 침입으로 鐵筋이 부식하는 것이 주된원인이다.

이번에 새로 開發된 混和劑로 사용되는 그리콜에틸 유도체와 이온교환수지원료인 아미노알콜유도체로 콘크리트를 만들 때 混合시켜 使用한다는 것.

그리콜에틸유도체는 콘크리트가 굳어질 때 發生하는 기포를 크게 抑制하는 作用을 하고 있어 콘크리트 조직의 밀도를 크게 높이는 한편 대기중의 질소산화물 탄산가스등 유해 물질의 침입을 防止하며 아미노알콜 유도체는 콘크리트 표면에 유해물질이 들어오려고 할 때 이를 흡착시켜 더이상의 침투를 防止하는 역할을 한다고 다케나카 會社는 밝혔다.

이 混和劑를 使用할 경우 콘크리트 1㎡당 必要한 양이 1만엔 정도로 비싸 建設費가 현행보다 2배가 더 드는게 흠인데 오랜 수명이 요구되는 문화재 수장시설, 종교관계 건조물과 기념 건조물, 護岸시설, 교각 등 내구성이 중시되는 工事に 적격이라고 다케나카측은 說明하고있다.

500년이라는 추정수명은 콘크리트의 표면에 서 進行되는 中性化가 내부에 도달, 鐵筋이 녹기 시작할 때까지의 시간을 理論的으로 計算한 추산치이다.

## 알칼리骨材반응 膨脹性 1/3로 억제

일본의 五洋建設기술연구소는 알칼리骨材 반응(AAR)에 의한 팽창성龜裂을 발리지만 하는 것으로 3분의 1정도로 抑制할 수 있는 새로운 塗膜材를 개발했다.

새 塗膜材는 방수기능과 동시에 내부의 물의 증발을 막지않도록 한것이 특징이다. 새로 개발된 彈性塗膜材는 폴리아크릴酸에스텔系수지 1에 대해 보통 포트랜드시멘트 3, 硅砂 0.5에다 물 1, 消泡材 0.01을 배합한 것으로 바닥은 弗素가 들은 시란系 含浸劑를 프라이마로 사용한다.

과거의 塗膜材는 외부로부터의 물 침투를 방지하는 한편 内部의 水分을 틀어 막아 逆反應을 조장하는 요소가 있었다.

알칼리骨材反應을 일으킨 콘크리트 構造物에 下地처리를 한다음 彈性塗膜材를 약 1mm 두께로 발른 實驗결과 無塗膜의 경우에 비해 3분의 1로 팽창을 억제할 수 있음이 확인되었다. 또 팽창하기 전에 塗布했을 경우나 팽창이 시작된 후에 도포했을 경우도 똑같이 억제할 수 있음이 확인되었다.

또 標準상태의 20℃에서 240%의 伸張率, 引張강도가 1cm當 20.6kg였는데 실제의 環境조건에 가까운 50℃에 7일간 노출시켜도 伸張率은 180%로 거의 2배에 가까운 수준을 유지했고 引張강도도 21.1kg로 거의 變化가 없었다.

동시에 실험한 알칼리系, 이폭시系塗膜材가 加熱후에는 伸張率이 0%가 되어 引張강도도 3~4 배로 약하고 變形追從性을 발휘하지 못하는 것과는 대조적인 결과가 확인되었다.

한편 이와같이 相異한 효과에 대해 研究陣은 「새로 개발한 彈性도막재의 透濕性은 알칼리系나 이폭시系에 비해서 약 2割 정도 크다. AAR 억제에 防水性은 複層모양의 뿔어붙이기材의 표준 透水量(JIS규격 24시간에 0.5ml 이하) 정도로 良好하며 오히려 透濕性이 높을수록 효과가 있다」고 분석했다.

## 연속噴射式 콘크리트 거나이트

英國의 EIE인터내셔널社는 각종 建設工事, 터널굴착, 광산개발분야에 효과적으로 活用할 수 있도록 설계된 콘크리트 연속분사장치를 최근 개발했다.

공기압 또는 전기동력을 이용해 작동시킬 수 있는 이 Rotaflo 25 乾式 혼합 거나이트(Gunite) : 공기 및 습기에 의한 구조물의 損耗를 방지하기 위한 봉합재로서의 기능을 갖도록 콘크리트를 가압 주입하는 施工方法)裝置는 콘크리트를 직선형으로 공기배출구로 이동시키는 수평의 회전장치를 내장하고 있다. 이 회전장치는 분진의 혼입 및 콘크리트의 누출을 최소화하기 위해 완전히 밀봉상태로 보호되어 있으며 분사성능은 시간당 최고 3m<sup>3</sup>까지 발휘된다.

이 장치에는 오직 2개의 주밸브만이 活用되어 작동하므로 維持補修 및 세척작업이 신속하고 간단히 끝날 수 있다. 이 중 하나의 밸브는 乾燥狀態의 콘크리트 배출을 제어하며 분사콘크리트의 습기 함량은 노즐에서 조절된다. 탈착식의 포대分岐장치가 活用되어 신속하게 호퍼를 탑재할 수 있다.

수압이 낮은 곳에서 사용할 수 있도록 한 물 펌프는 40-350Ibf/in<sup>2</sup>의 압력범위내에서 필요한 수압으로 물을 공급할 수 있으며 供給 可能한 최대수량은 분당 54.5ℓ이다.

裝置에는 바퀴를 부착, 이동성을 크게 높일 수 있다. 장치의 크기는 폭 500mm, 길이 1.75m, 높이는 고정형인 경우 430mm, 바퀴를 부착시켰을 때 530mm로 소형이며 무게는 375kg이다.

거나이트施工의 형태는 뛰어난 접착력이 유지되는 구조이며 강도 및 防水特性도 탁월하다.

기존의 一般的인 콘크리트 施工方式보다 오히려 經濟性이 높으며 이는 거푸집시공을 필요로 하지 않기 때문이다.

이 裝置를 이용한 거나이트시공은 構造物強

화 및 구조강재 보호피복공사, 광산개발 등 뿐만 아니라 심하게 균열된 콘크리트구조물 補修, 터널의 라이닝공사, 관개수로공사 등에 광범위한分野에 효과적으로 활용할 수 있다.

## 폴리마 大量混合 高強度콘크리트 開發

콘크리트에 大量的의 폴리마(高分子材料)를 浸透시킬 수 있는 技術이 日本에서 開發되어 앞으로 多樣한 用途에 活用을 보게 될것으로 기대되고 있다.

이 技術은 콘크리트를 버무릴 때 물대신에 얼음을 곱게 부수어 섞음으로써 高強度의 콘크리트를 만드는 原理를 應用한 것이다. 三井建設은 이 原理를 應用, 이때까지의 폴리마 콘크리트에 비해 더 많은 폴리마를 콘크리트속에 浸透시킬 수 있는 技術을 開發했다.

이렇게 해서 만들어진 콘크리트는 水密·氣密性이 뛰어나고 韌性도 300kg(1cm<sup>3</sup>當)의 高強度 콘크리트를 얻는데 成功한 것이다.

콘크리트의 強度를 높이기 위해서는 콘크리트를 버무릴 때 시멘트의 量을 늘리고 물의 量을 줄여야 한다.

그러나 물의 比率이 적어지면 적어질수록 버무리기가 어려워진다.

그래서 물의 比率은 20數%가 그限界로 되어 있다.

여기서 물대신 곱게 부순 얼음과 시멘트를 粉体로 混合하게 되면 버무리기가 쉽고 높은 強度의 콘크리트를 만들 수 있다는 「얼음콘크리트」 原理가 東京工大 鈴木教授에 의해 밝혀졌다.

이번 三井建設이 開發한 技術은 鈴木 教授와는 別途로 연구·개발한 것으로 같은 原理를 應用, 폴리마를 浸透시킨 것이다.

제조方法은 ①시멘트 ②폴리마 ③물과 폴리마의 硬化劑를 얼린다음 곱게 부순 이 세가지 材料에다 모래등 骨材를 섞어 粉体混合의 얼음을 녹히도록 했다.

이같이 해서 만든 粉体混合物을 押出 成形機

(眞空脫氣式)에 걸어 파이프와 널판 등 製品을 만든다.

이때까지는 폴리마를 콘크리트에 浸透시키기 위한 方法으로써 굳힌 콘크리트에 壓力을 加해 폴리마를 浸透시키는 方法을 썼는데 이경우 重量比는 數%程度밖에 폴리마를 浸透시키지 못했다.

얼음콘크리트 原理를 應用해서 만든 試作品 파이프와 널판은 10%의 폴리마 浸透이 確認되었다.

이 폴리마콘크리트(폴리마 混合率 10%)의 韌性強度는 1cm<sup>3</sup>當 300kg을 實現했으며 壓縮強度도 1cm<sup>3</sup>當 800kg에 달했다.

한편 用途로는 光파이버取納管, 海洋 구조물의 止水板등을 計劃하고 있다.

그리고 押出成形機로 製品을 만들면 모든 形態와 크기의 物件을 만들 수 있다.

이밖에도 폴리마 代身 鉛粉을 混合해서 遮蔽用 콘크리트製造 및 아라미드纖維(長·短纖維) 등 新素材를 混合, 사용목적에 따라 콘크리트를 製造하는 것도 檢討하고 있다.

## 레이콘鹽分계측기 開發

일본 堀場製作所는 레이콘 속에 含有되어 있는 鹽分濃度를 現場에서 간단하게 測定할 수 있는 計測器를 開發했다.

同計器는 내년 4월부터 實施될 콘크리트의 鹽化物量規制에 대비하기 위해 開發한 것으로서 檢出部를 레이콘속에 約2分間만 담그면 콘크리트 1cm<sup>3</sup>當 鹽化이온量을 디지털表示로 測定할 수 있다.

그리고 同센서는 感度가 높아 細骨材나 水溶液에 포함된 鹽分濃度도 모드變更으로 測定할 수 있다.

## 劣化·結露방지 防水塗劑 개발

日本の 쇼본드建設은 浸透性이 優秀하고 콘크

리트構造物의 外觀을 變更시키지 않고 表面處理을 할 수 있는 反應性 시란을 主成分으로 한 無機系防水塗劑를 開發, 販賣하기 始作했다.

海岸이나 環境汚染地帶에 建立된 콘크리트構造物의 鐵筋腐蝕등을 防止하기 위해 表面保護劑로 開發된 同塗劑는 콘크리트内部로 깊숙히 浸透, 물과 反應해서 保護層을 形成하기 때문에 해가 지나도 防水機能이 떨어지지 않는다.

또 反應後 形成되는 실리콘폴리마層은 물은 浸透시키지 않고 水蒸氣만 浸透시키는 特性으로해서 内部結露를 防止한다.

그밖에 現場에서 打設한 콘크리트는 5mm 이상의 浸透力을 가지고 있어 表面에 有機塗料등을 바를 수 있다.

同社는 建築·土木을 不問하고 모든 콘크리트構造物의 劣化防止에 使用할 수 있다고 말하고 있다.

그런데 從前의 防水塗劑는 表面에 膜을 形成 콘크리트의 内部를 保護하는 것이 大部分으로 해가 지나면 皮膜이 劣化되는 短點이 있었다.

## 콘크리트養生중 溫度자동記錄

일본 후지다工業은 아네스社의 협조를 받아 콘크리트品質관리에 중요한 養生기간중의 溫度관리를 하는 디지털型 자동溫度기록裝置를 개발, 商品化했다.

同장치는 마이크로컴퓨터를 내장한 溫度計測機로서 측정點數는 6點으로 영하 50℃까지 측정할 수 있으며 최고, 최저온도를 기억 내장프린터에 표시하게 되어 있다.

주요기능은 △1분부터 24시간까지 任意的 시간을 자유롭게 설정할 수 있고 이시간내의 최고온도를 발생時刻과 동시에 프린터에 出力한다.

△컴퓨터에 의한 溫度판독, 計算, 데이터出力 등이 자동화되어 있다. △컴퓨터部, 온도計測用인터페이스, 印字장치, 표시장치를 모두 일체화, 콤팩트化한 때문에 아무데나 설치할 수 있으며 손쉽게 計測할 수가 있다.

동장치는 建設業用으로 개발했으나 비닐하우스의 溫度측정, 倉庫, 農業用으로도 使用할 수 있으며 실내온도계측, 空調機의 성능검사등 1반용으로도 使用할 수 있다.

## 콘크리트構造物 漏水방지 새工法

콘크리트構造物의 漏水를 완전히 封鎖하고 게다가 龜裂에 의해 強度가 떨어진 콘크리트를 1復시킬 수 있는 工法이 일본서 개발, 實用化되었다.

清水建設이 개발한 「핑그라우트工法」은 새로 開發된 특수合成樹脂를 漏水되는 1세부터 漏水部로 壓入시켜 새는 곳을 물과 차분하게 反應시켜가면서 硬化시킨다.

構造体 内部의 微細한 틈까지 止水劑가 침투해서 모든 漏水經路를 막아버린다.

이미 30餘件의 實驗施工結果 漏水를 封鎖하는 效果를 거두었다.

그런데 이때까지의 止水劑工法은 물과 급격한 反應硬化를 하기 때문에 큰 틈은 막을 수 있었으나 微細한 龜裂은 閉塞시키지 못했으며, 또 止水劑乾燥후 收縮때에 틈이 다시 생기거나 물과 反應할때 氣泡가 發生, 새로운 水路를 만드는 缺陷이 있었다.

同社는 앞으로 壁, 마루, 屋上, 水槽, 풀 등 建築物을 비롯 댐, 터널, 地下鐵 등 土木構造物에 까지 幅넓은 活用을 기대하고 있다.