

珪酸質微粉末混合시멘트係塗布防水材料가 濕潤環境下의 콘크리트의 微細組織에 미치는 影響 Effect of Siliceous Slurry Coating on Microstructure of Concrete under Damp Environment

오 상 근*
OH SangKeun

ABSTRACT

This paper deals with the effect of siliceous slurry coating on concrete microstructure under damp environment. This material is mixed with inorganic powder consisted of silica, cement and fine sand and water. Water pressure was given on the coated surface of concrete.

For estimation on effect of siliceous slurry coating, microstructure of coated concrete was observed through SEM, and chemical components of crystals were analyzed with X-ray diffraction and EDX.

A number of needle and fibrous crystals were produced in microstructure. And based on X-ray diffraction and EDX, needle crystal mainly consists of Al, Si, S and Ca, and it is concluded to be ettringite. Fibrous crystals consist of Ca and Si, and it to be calcium silicate hydrate.

1. 서 論

최근까지 建築防水는 그 중요성이 충분히 認識되지 못하여 構造物의 條件 및 周圍環境에 適應한 工法이 活用되지 못했다. 材料面에서도 性能만을 강조한 나머지 公率적 特性에 관한 검토는 거의 무시되어져 왔다. 또한 現場시공에서도 工期 및 工事費등을 이유로 不備한 公사가 行해지는 경우가 많아 完工後 잦은 누수사고의 발생으로 생활의 불편을 겪거나, 補修작업으로 인한 비용발생도 최초 시공비의 2-3배 이상 지출되어 커다란 경제적 손실을 경험하는 경우도 적지 않다.

따라서 建築物의 需要가 급증함에 따라 우리나라의 실정에 맞는 防水技術開發의 필요성이 절실히 요구되는 이 때, 본 연구에서는 建築防水를 위한 그 첫번째 과제로써 물 또는 濕氣가 많은 곳의 콘크리트구체에 대한 防水性 向上 방안을 검토하였다.

濕潤環境이라 부름)의 콘크리트구조물(지하실, 수조, 우수처리용 피트(Pit), 전력 및 通信用配線 콘크리트관, 터널, 제방 등)은 방수를 필

2. 研究의 背景

常時 물과 접하거나, 濕氣가 많은 곳(이하

요로 한다.

현재 우리나라의 建築防水工事に 관한 施工指針에는 濕潤環境下의 콘크리트 방수에 대한 指針이 설정되어 있지 않다. 이 부위에 대한 방수처리는 종래의 시멘트 액체 또는 모르타르 방수 工法이 대부분 이용되고, 일부 공사에서 粘着式 고무화 아스팔트 시이트를 사용한 工事が 行해지고 있다.

그러나 前者의 公법들은 시공방법상 대규모 공사에서는 많은 노동력이 요구되므로 오늘날과 같은 인력난을 고려하면 점차 活用도가 감소될 전망이고, 後者의 公법 및 재료는 바탕콘크리트 표면의 충분히 건조가 前提條件인 만큼 工期의 調節에 어려움 따른다.

때문에 많은 노동력을 요구하지 않고 대규모 콘크리트 공사에서도 적용 가능하며, 콘크리트 표면이 건조되지 않은 상태(濕潤狀態)에서도 시공이 가능하여 工期管理에 큰 지장을 초래하지 않는 재료 및 公법의 개발이 요구된다.

따라서 본 研究에서는, 콘크리트의 表面(表層部)을 통해 内部로 침투하는 물(수분)과 화학적으로 반응하는 재료를 콘크리트 표면에 도포하여 물의 침투와 동시에 재료의 침투를 유도하고, 표층부 조직에 불용성의 수화물을 생성하여 수밀성을 향상시키는 방법을 檢討하였다.

*正會員, (株)大同住宅 技術開發팀 次長 · 工學博士

3. 矽酸質微粉末混合시멘트系塗布防水材料

최근 우리나라에서도 地下構造物 등 濕潤狀態에 처하기 쉬운 部位의 防水를 위해 無機質系塗布型 粉末防水材料가 사용되고 있다.

이 재료는 主成分이 침투 및 반응성이 풍부한 矽酸質微粉末(活性 실리카), 시멘트, 粒度를 조정한 細骨材(矽砂)로 구성되어 있고, 제품에 따라 소량의 첨가제가 혼합되어 있는 既調合형태의 無機質粉末材料이다. 본 연구에서는 이 재료를 「矽酸質微粉末混合 시멘트系 塗布防水材料」(이하 방수재료라 함)로 칭하였다.

種類로는 이 재료에 所定量(사용 시방서에 따름)의 물을 가하여 混合한 슬러리(Slurry)를 이용하는 것(無機質單體形이라고 부름)과, 所定量의 물과 폴리머디스퍼존(에멀존 또는 라텍스, 濃度는 제품에 따라 다름)을 가하여 混合한 슬러리를 이용하는 것(無機·有機質混合形이라고 부름)의 2종류가 있다.

분말방수재료의 화학적성분은 표-1에 나타낸 바와 같다. 본 연구에서는 무기질단체형 타입의 재료를 사용하여 검토하였다.

施工方法은 모르타르 방수 및 시멘트 액체 방수처럼 혼손을 사용하지 않고, 專用의 붓, 솔, 로울러, 분무기 등으로 塗布한다.

현재 이들 재료는 대부분 外國(日本, 덴마크, 美國 등)에서의 輸入製品이며, 일부 國產品이 사용되고 있다. 그러나 시공현장에서는 이 재료의 精確한 防水性能 및 그 메카니즘을 분명히 파악하지 못하고 단지 外國의 試驗評價書나, 선전용 카다로그에 기재된 사항에만 의존하여 사용하고 있는 실정이다. 그래서 본 연구에서는 현재 우리나라에서 주로 사용되고 있는 無機質單體形 防水材料를 중심으로, 이 재료가 콘크리트에 미치는 영향을 검토하였다.

4. 試驗 및 評價方法

4.1 試驗方法

4.1.1 바탕콘크리트 試驗體 시험체는 塗布 방수재료의 浸透性을 파악하기 위해 물시멘트비 55%, 75% 2종류의 콘크리트로 하였다. 콘크리트의 調合은 표-2과 같다. 시험체의 크기는 방수 재료를 地下壁體(그림-1)에 도포하는 것과 같은 조건으로 하여 두께 150mm, 폭과 너비가 각각 100mm, 50mm의 입방체로 제작하였다. 養生은 콘크리트 打設 24시간 後에 脫型하여, 20+2C의 온도에서 2주간 濕空養生하였다.

4.1.2 加水壓 養生試驗 裝置(사진-1)

(1) 시험체의 고정 濕空養生이 끝난 시험체를 미리 만들어 놓은 아크릴 형틀 속에 넣고, 주변을 에폭시 樹脂로 固定시킨다.

(2) 방수재료의 도포 콘크리트 表面을 물과 와이어 브러쉬로 청소한 후, 방수재료 슬러리를 도포한다. 塗布量은 시방서에 따라 1.55kg/m²로 하고, 물과 재료의 混合比는 0.40:1로 하였다. 도포 후 방수재료의 硬化 및 콘크리트 표면과의 양호한 固着을 위해 2주간 습공양생하였다.

(3) 水壓負荷 이 재료가 濕潤環境下의 콘크리트의 水密性 向上을 목적으로 사용됨을 고려하여 방수재료의 塗布 位置를 항상 濕潤狀態로 유지하고, 방수재료의 침투를 위해 도포면에 水壓이 附加되도록 壓力을 가하였다. 이 때 附加 水壓은 水深 또는 地下 10m 상당의 壓力에 해당하는 1.0kg/cm²을 가하였다. 附加方法은 도포면으로부터 10m 높이에 水槽를 설치하여 內壓호스를 통하여 水壓이 가해지도록 하였다.

4.2 평가 방법

방수재료 塗布 및 無塗布 시험체에 水壓을 부가한 후 재령 28일에 試料를 採取하여 다음의 3 방법으로 방수재료의 影響을 평가하였다.

표-1 粉末防水材料와 普通포틀랜드시멘트의 成分

化學成分(%)	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	強熱減量	不溶殘分
防水材料	12.1	36.2	2.5	1.7	1.3	1.5	3.0	0.3	3.1	38.3
시멘트	21.6	63.7	5.1	3.0	1.7	2.0	0.3	0.5	1.0	0.3

표-2 콘크리트의 조합

W/C比 (%)	슬럼프 (cm)	잔골재율 (%)	단위수량 (kg/m ³)	시멘트 (kg/m ³)	모래 (kg/m ³)	자갈	혼화제
55	20	41	195	355	733	1040	AE제
75	22	46	191	255	816	1007	AE제

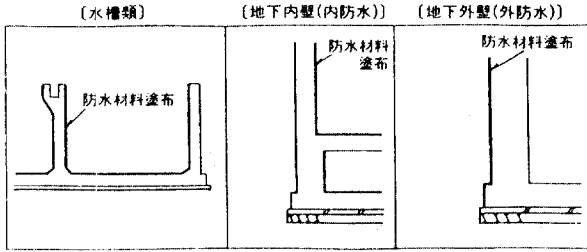


그림-1 防水材料의 施工部位

4.2.1 走査形電子顯微鏡(Scanning Electron Microscopy, SEM)에 의한 조직관찰

- (1) 目的: 방수재료 塗布 콘크리트와 無塗布 콘크리트의 조직을 比較 觀察하여 방수재료의 침투 영향을 조사한다. 표층부 조직속의 結晶生成, 構造變化등을 관찰한다.
- (2) 試料: 관찰용 시료는 콘크리트 표층부로부터 採取하여, 아세톤 속에 24 시간 침적시킨 후 드라이아이스 眞空乾燥裝置(D-DRY 장치)로 48시간 乾燥시킨다.
- (3) 관찰방법: 건조시킨 시료의 표면을 炭素蒸着시킨다. 중착 후 SEM에 정착시켜 약4000배의 확대 배율로 각 시료의 조직을 관찰하여 結晶生成, 構造變化등을 조사한다.

4.2.2 X線 回折分析

- (1) 目的: 콘크리트 표층부 시료에 존재하는 水和物을 비교함으로써 방수재료의 침투에 의한 새로운 水和物의 生成有無를 조사한다.
- (2) 試料: 표층부 시료를 粉碎한 粉末을 測定試料로 하였다.
- (3) 측정방법: X선 回折角(2θ) 5°부터 40° 범위에서 나타나는 水化合物의 回折피크를 비교하였다.

4.2.3 에너지분산형X線分光法(Energy Dispersive X-ray Spectroscopy, EDX)에 의한 成分分析

- (1) 目的: SEM 관찰에서 발견되는 生成結晶의 成分을 分析하여, 그 結晶이 무엇인가를 조사한다.
- (2) 試料: SEM관찰 試料와 동일 것을 이용한다.
- (3) 측정방법: 분석 대상 결정에 焦點을 맞추어 에

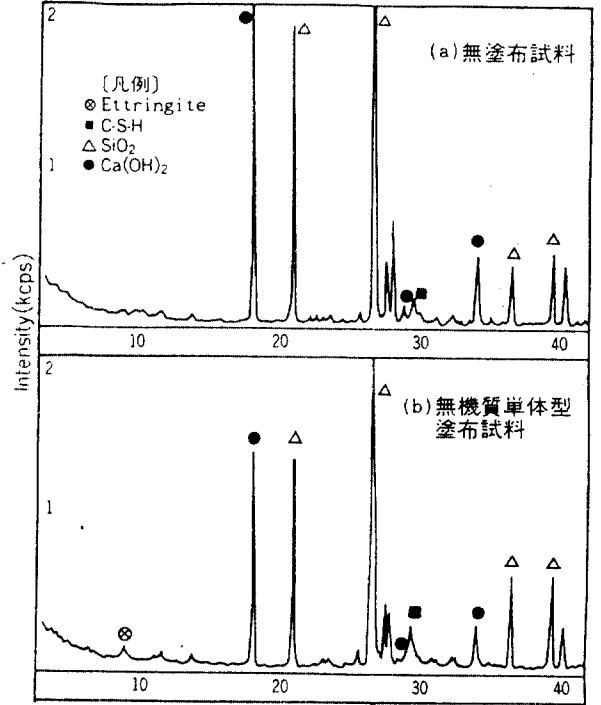


그림-2 X線回折分析 결과

너지 분산형 X선을 走査하여 그 결정의 成分元素를 분석한다.

5. 結果 및 考察

5.1 針狀 및 纖維狀 結晶의 生成

SEM관찰 결과 방수재료 도포 콘크리트의 조직 속에는 사진-2에 나타난 바와 같은 침상형 결정과 섬유상 결정이 무도포 콘크리트보다 많이 관찰되었다. 사진-3은 시료의 斷面사진 위에 上記의 결정들이 관찰되는 위치를 黑點으로 표시한 결과이다. 방수재료를 도포한 콘크리트 시료에서 兩 결정이 많이, 치밀하게 生成되어 있음을 보여 주고 있다.

5.2 에트링게이트 및 규산칼슘수화물의 生成

그림-2는 X선 회절분석 결과를 나타낸 것이다.

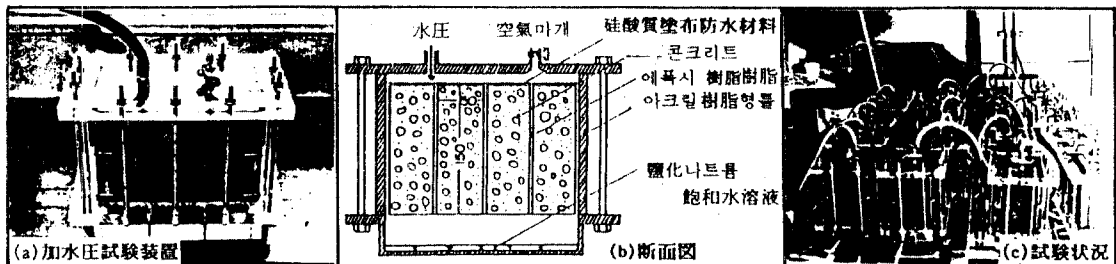


사진-1 加水壓裝置 및 試驗狀況

그림-2(a)는 무도포 콘크리트, 그림-2(b)는 방수재료 도포 시료의 X線 回折차트로써 각 시료의 회절피크가 동일한 위치에서 나타나는 것으로 각 시료 속에 존재하는 水和物은 同類임을 알수 있다. 다만 방수재료 도포 시료의 回折角 9° 근처의 피크가 무도포 보다 크고 명확히 나타나고 있다. 이 회절피크는 칼슘실퍼알루미네이트 수화물인 에트링게이트(Ettringite)를 나타내는 것으로써 무도포 콘크리트보다 방수재료 도포 시료속에 많은 양의 에트링게이트가 存在함을 의미한다.

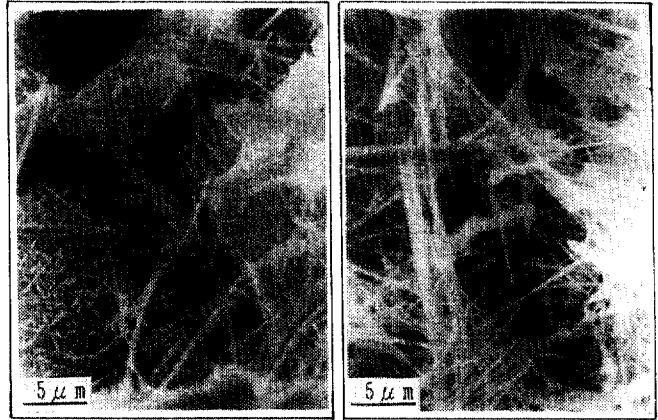


사진-2 生成 結晶의 예

사진-4는 방수재료 도포 시료 組織에서 많이 관찰되는 針狀 및 纖維狀 結晶의 成分分析 결과이다. 침상결정의 成分은 形態(길이, 굵기)에 관계없이 Ca, Al, Si, S로 구성되어 있고 이것은 시멘트 水和物의 일종인 에트링게이트 ($3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 3CaSO_4 \cdot 32H_2O$) 이다. 또한 섬유상 결정은 Ca, Si로 구성되어 있고 이것은 규산칼슘(칼슘실리케이트, Calcium Silicate)수화물($CaO \cdot SiO_2 \cdot H_2O$)의 일종이다.



사진-3 生成結晶의 分布狀態

成分分析 결과 방수재료

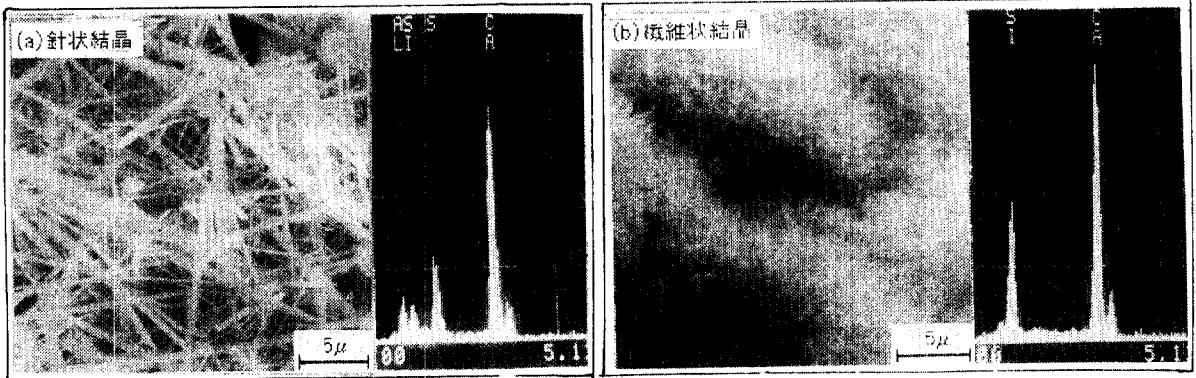


사진-4 生成結晶의 EDX 分析 결과

도포 콘크리트 조직 속에 생성한 침상결정은 에트링게이트이며, 섬유상결정은 규산칼슘水和物임을 알았다.

6. 結論

이상의 시험 결과 규산질미분말혼합 시멘트계 도포방수재료를 도포한 콘크리트의 조직 속에는

針狀結晶의 에트링게이트와 纖維狀結晶의 규산칼슘수화물이 생성한다. 이들 結晶이 콘크리트 수밀성에 미치는 效果를 명확히 하는 것이 금후의 과제이다.

參考文獻

- 1) 吳祥根, 小池迪夫: 콘크리트의 水密性と 建築防水, 세멘트·콘크리트, 일본세멘트협회, 1989, 10