

콘크리트의 수밀성과 건축방수

吳 祥 根

〈(주)대동 기술연구소 부장·공학박사〉

1. 서 론

콘크리트 구조물의 사용에 있어서 시공자 및 사용자에게 부딪치는 어려운 문제의 하나가 방수 혹은 누수에 대한 대책 마련이다. 이미 수많은 건축물에서 누수사고가 발생하였고 이로 인한 경제적 손실도 적지 않았음을 경험하였지만 그와 같은 상황은 여전히 되풀이 되고 있다.

건설기술자의 한사람으로써 이 문제에 대해 다시한번 생각해 보고자 하는 것은 지금까지의 방수공사에서 많은 하자발생의 주요 원인의 하나는 콘크리트의 기본적 성질을 충분히 고려하지 않고, 정밀한 시공기술이 뒷받침되지 못한 상태에서 방수재료 및 공법 자체의 성능에만 의존하여 온 탓으로 생각할 수 있다. 때문에 건축에 있어서의 방수는 재료 및 공법 개발과 콘크리트의 관련 기술도 함께 발전시켜 나가야 할 것으로 생각된다.

이러한 상황을 고려하여 본고에서는 현재의 건축방수를 재고하는 의미에서 콘크리트의 수밀성을 절감시키는 요인과 수밀성을 향상시키기 위한 방안을 먼저 생각해 보고, 이에 적절한 방수재료 및 공법을 찾기위해 문제점을 정리해 보기로 한다.

2. 콘크리트의 수밀성을 저하시키는 요인

콘크리트는 시멘트, 물, 자갈, 모래, 혼화재료 등 성질이 서로 다른 재료의 혼합으로 만들어지는 만큼 각 재료의 품질 및 시공관리가 철저히 이루어짐으로써만이 양질의 건축물을 만들 수 있다. 그러나 콘크리트는 제조 및 양생이 현장조건에 따라 특별한 주의를 요하는 만큼 고도의 품질관리를 유지하기에는 많은 어려움이 따르고 있다.

이와 같은 문제점을 개선하기 위해 많은 연구가 계속되어 왔고 현장에서도 콘크리트의 방수효과를 높이기 위해 다양한 시공법 및 재료가 사용되고 있지만, 아직 명확한 해결책은 제시되지 못하고 있다.

2. 1 콘크리트에 생기기 쉬운 결함

(1) 공극발생 : 경화된 콘크리트는 경우에 따라서 「다공체(多孔體)」라고도 부른다. 그것은 콘크리트 조직에는 수화반응중에 발생하는 젤공극, 모세관 공극 등의 수극(水隙)과, 콘크리트 반죽시에 혼입되는 엔트랩트 에어(entrapped air), AE제 사용시 진행되는 엔트레인드 에어(entrained air) 등의 많은 공극이 존재하기 때문이다. 이러한

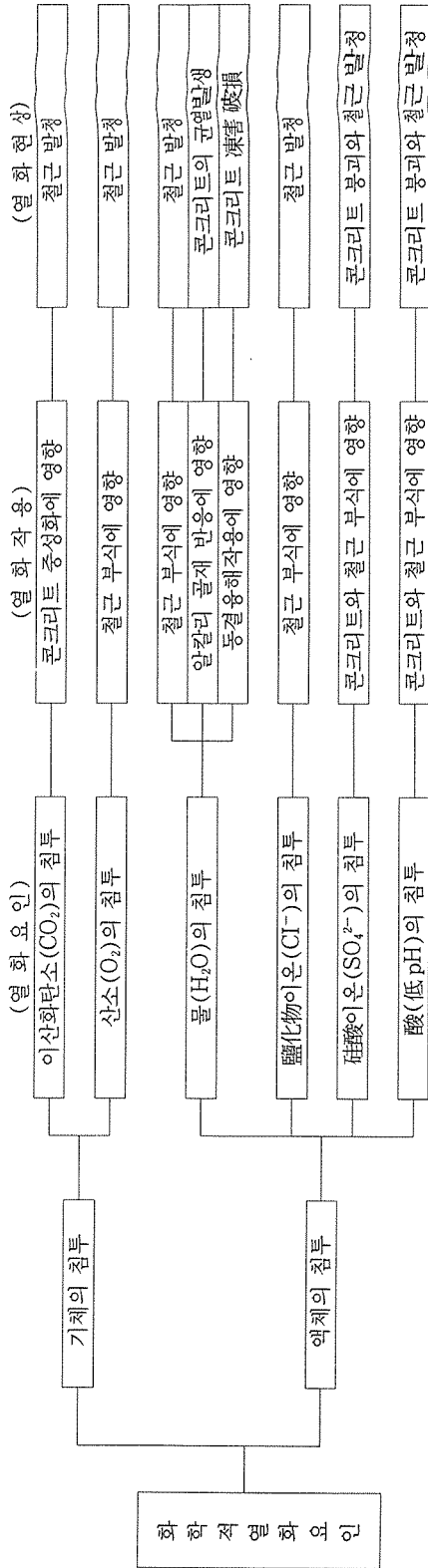
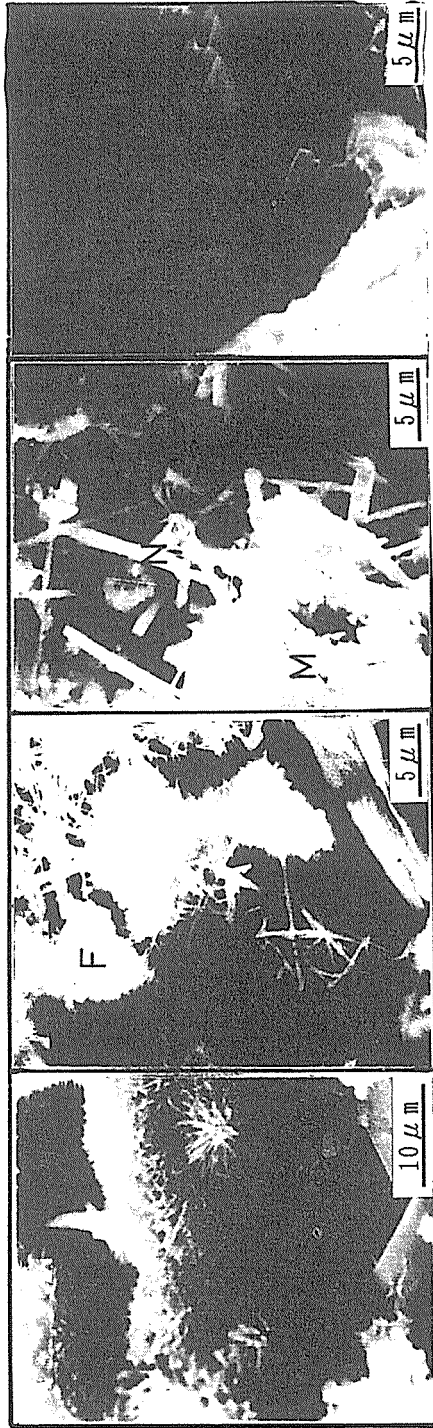


그림 2 화학적 침해에 의한 철근 콘크리트 구조물의 열화기구²⁾



F : 纖維狀結晶(구산칼슘수화물의 TYPE I) M : 塊狀結晶(구산칼슘수화물의 TYPE II) N : 針狀結晶(Etringite) CH : 수산화칼슘

사진 1 시멘트경화체를 구성하는 결정체(수화물)의 SEM像

공극이 수밀성을 저하시키는 직접적인 요인으로는 생각되지 않지만 콘크리트의 표면 열화에 의한 결함부로 침입하는 물이 내부까지 이르도록 하는 道管的 역할을 한다.

(2) 건조수축균열 : 콘크리트 표면은 기온이 높은 시기에 시공되거나 타설 후 양생관리가 충분하지 못하면 바람 및 햇빛 등의 영향으로 수분이 증발하면서 건조가 빨라져 수축작용에 의한 미세한 균열(건조수축균열 혹은 플라스틱 균열이라 함)이 발생하고, 철근콘크리트에서는 피복두께가 얇은 경우 표면가까이에 배근된 철근 혹은 입도분포가 큰 조골재의 영향으로 시멘트 페이스트나 몰탈의 침하로 인해 표면에 균열(이를 침하균열이라 함)이 발생한다.

단순히 콘크리트 표면부에서 발생하는 균열은 적절한 표면처리방법(보수)에 의해 물의 침입을 막을 수 있지만, 부동침하, 하중분포의 불균형, 온도 팽창수축, 지진등에 의해 콘크리트 내부까지 발생된 균열은 표면처리방법 만으로는 충분한 방수효과를 얻을 수 없다. 이는 구조물의 미세거동, 콘크리트 내부에서의 수분이동 압력등으로 표면 보호재가 팽창, 들뜸, 파단되는 2차적 결함 발생의 염려가 있기 때문이다.

이상과 같은 원인으로 통상 콘크리트를 수밀성이 큰 재료로 부르고 있지만 완전한 수밀성을 기대하기란 좀처럼 어려운 일이다.

2. 2 외부환경에 의한 콘크리트의 열화

옥외 폭로(暴露)상태에 놓인 콘크리트의 열화에 영향을 미치는 요인으로서 태양열, 바람의 건조력, 비(산성비 등), 공기중의 이산화탄소 및 아황산가스, 기타 오염물 등을 들 수 있다. 대표적인 열화현상은 중성화 및 동결융해에 의한 콘크리트의 표면열화로 수밀성 저하는 물론 장기적으로 철근 부식에 의한 구조물의 파괴에까지 영향을 줄 수 있다(그림 2).

콘크리트의 표면열화 방지를 위해 많은 표면보호공법(도장, 폴리머 함침 등)이 제안되

고 있지만 가장 중요한 것은 철저한 품질관리로써 양질의 콘크리트를 제조하는 것이고, 2차적 수법으로 적절한 표면보호처리가 시행되어야 한다는 점이다.

최근 이러한 환경요인으로부터 건축물을 보호하기 위해 콘크리트의 표면 열화가 구조물의 내구성에 미치는 영향에 관해 많은 연구가 발표되고 있지만 아직 건물보호라는 차원에서 의 일반의 인식은 깊지 못한 실정이다.

2. 3 품질관리 부족에 의한 수밀성 저하

현장에서 사용되고 있는 대부분의 콘크리트가 레디믹스콘크리트(레미콘)에 의존하고 있는 만큼 레미콘의 품질을 결정하는 몇가지 요인을 열거하면 양질의 강골재 부족으로 점차 사용량이 증가하는 켄골재의 품질(알칼리 골재반응성, 입도분포, 마모도, 청정도 등), 운반거리 및 타설시간(교통체증이 심한 곳에서의 장기지체, 운반도중 加水 및 첨가제 투입), 대규모 콘크리트 공사시 배치별 조합설계 관리(재료계량, 재질 및 온도 관리 등), 타설 직전의 품질시험(슬럼프 및 공기량 측정)등을 들 수 있다. 이들 사항이 지켜지지 않을 때에 콘크리트의 품질은 떨어지고 목표한 강도 및 수밀성을 기대하기 어렵다. 때문에 레미콘 공장에서는 양질의 콘크리트를 제조하기 위하여 조합설계와 동일한 품질의 콘크리트가 현장에 타설되도록 운반관리에 철저를 기하도록 힘써야 한다.

또한 현장 품질관리면에서도 타설방법의 개선, 거푸집 존치기간 준수, 환경조건에 대한 보호조치 등에 소홀함이 없도록하여 공해물질의 침입(산성비, 염화물의 영향), 표면 박리, 균열발생 등을 최대한 억제하도록 대책을 강구해야 한다.

3. 콘크리트의 수밀성을 향상시키기 위한 방법

3. 1 고품질콘크리트 제조

콘크리트의 수밀성을 향상시키기 위한 가장 기본적 대책으로는 고품질콘크리트의 제조이

다. 고품질콘크리트라 함은 前述한 콘크리트의 내·외부적 결합요인을 제거하여 콘크리트 자체의 품질을 향상시킨 콘크리트이다. 즉 양질의 재료 사용, 추천된 調合설계의 엄수, 적절한 물시멘트비의 선정, 양호한 세·조골재의 입도분포, 각종 시공조건에서 적절한 혼화재료 사용 및 사용상 주의점 숙지, 적절한 온·습도 조건 관리하에서의 충분한 양생 등 품질관리에 철저를 기하는 것이 고품질 콘크리트 제조의 유일한 수단으로 생각된다.

3. 2 초기 건조수축균열 발생의 억제

3. 2. 1 양생관리의 철저

콘크리트는 초기 수화반응의 진행중에 강한 태양열이나 바람, 유해한 충격 및 하중변화의 영향을 받지 않도록 양생관리에 주의해야 한다. 특히 시공 후 기상상태에 따라 콘크리트 표면을 습포로 완전히 덮어서 수분의 증발을 막거나, 물을 뿌려 수분을 공급할 필요가 있고, 거푸집 존치기간을 유지함으로써 양생초기에 지나친 표면수분 증발이 없도록 관리한다. 이것은 콘크리트의 강도 발현뿐만이 아니라 내구성까지 좌우하는 중요한 관리이다. 이와같은 양생관리를 통해서 초기 건조수축을 어느 정도 조절할 수가 있다.

3. 2. 2 수축보상작용의 도입

콘크리트의 초기 건조수축을 조절하기 위한 또 하나의 방법으로 수축작용에 대항하는 팽창작용의 도입을 생각할 수 있다. 콘크리트의 수축에 영향을 미치는 요인으로써는 시멘트의 분말도, 물시멘트비, 주위환경의 온도 및 습도, 혼합시간 등 콘크리트의 조합설계 및 양생조건을 생각할 수 있고, 팽창에 영향을 미치는 요인으로서 C_3A 및 석고($CaSO_4$)의 혼합량, 팽창성 혼화재료의 사용 등 화학적 반응에 의한 요인을 들 수 있다. 이러한 두가지 현상을 적절히 이용하여 콘크리트의 초기 건조수축을 조절

하면 균열 발생을 억제시키는 데 큰 효과를 얻을 수 있다.

즉, C_3A 및 석고($CaSO_4$)의 적절한 사용으로 콘크리트에 Self-stressing, Chemical-prestressing의 팽창효과를 부여하여 수축작용을 보상하는 것이다. 현재 칼슘설퍼알루미늄에이트계(Calciumsulfuraluminate)의 팽창성 화합물(결정체)인 에드링가이트(Edtringite, 사진 1)의 특성을 잘 이용한 수축보상콘크리트(Shrinkage-Compensating-Concrete)³⁾가 그 실예이다(그림 3).

3. 2. 3 Fiber 보강재의 사용

콘크리트 및 몰탈의 인장강도와 균열에 대한 저항성을 높이고 인성을 개선시킬 목적으로 콘크리트 및 몰탈 제조시 일정량의 섬유보강재(탄소섬유(CF), 폴리프로필렌섬유(PF) 등, 표 1)를 사용한 섬유보강콘크리트(Fiber Reinforced Concrete)가 사용되고 있다.

이는 섬유보강재와 시멘트 매트릭스 사이의 상호 부착력을 이용하여 시멘트의 수축작용과 섬유의 인장저항력을 조화시켜 물리적으로 평형을 이루게 함으로써 경화초기의

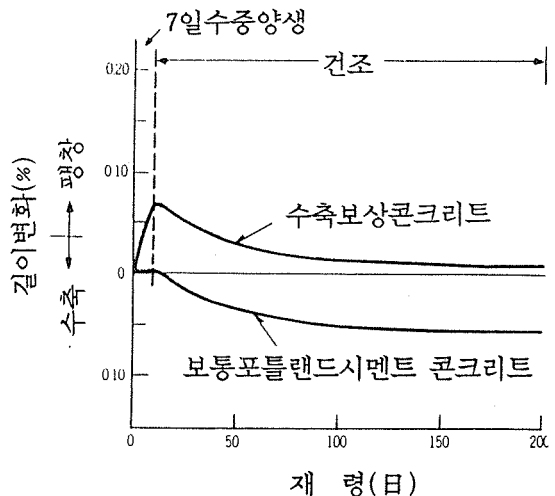


그림 3 수축보상콘크리트와 보통포틀랜드 시멘트 콘크리트의 길이변화³⁾

표 1 각종 섬유와 물리적 특성⁴⁾

	구 분	직 경 (10 ⁻³ mm)	길이 (mm)	밀도 (10 ³ kg/m ³)	탄성계수 (10 ⁻³ kg/cm ²)	인장강도 (kg/cm ²)	과괴시 변형률 (%)	
	섬유의 종류							
무 기 질 계	강 섬유	200~600	10~60	7.85	300	4,000~20,000	3.5	
	탄소- 섬유	PAN 계	7~8	1.78	370	25,000	≤0.5	
		Cem-Fil	9	2.00	280	25,000	≤1.0	
	유리- 섬유	E-glass	8~10	10~50	2.54	73.5	35,700	4.8
		Pitch계	12.5		2.54	81.6	25,500	3.6
유 기 질 계	폴리프로필렌	100~600		0.90	3.6~18	2,600~7,100	5~21	
	아라미드섬유			1.45	63~136	700~9,200	2.1~2.7	
	폴리스틸렌			0.95	0.14~2.2	2,000~29,600	10~15	
	폴리에스테르			1.40	8.1	7,400~8,800	11~13	
	비닐론섬유			1.30	11~37	3,100~7,100	5~21	

수축균열을 감소시키고저 함에 이용하는 것이다.⁴⁾ 그러나 수축균열에 대한 저항력은 섬유 보강재가 콘크리트 및 몰탈속에서의 분산정도에 따라 다르기 때문에 시공시(섬유재 투입 혼합시) 골고루 잘 분산되도록 혼합방법을 강구해야 한다.

3. 3 반응성 물질을 이용한 조직 치밀화

高반응성 물질(混和材)을 이용하여 콘크리트의 강도를 증가시키며 상대적으로 조직을 치밀히 하여 수밀성을 향상시킬 수 있다. 즉 콘크리트 제조시 반응성이 높은 硅酸(SiO₂) 및 알루미늄(Al₂O₃) 성분으로 구성된 高爐슬래그, 실리카흄(Silica fume), 플라이애쉬 등의 혼화재를 혼입하여 콘크리트 조직내의 미수화물, 수분, 수산화칼슘 등과 2차적으로 반응시켜 불용성의 결정체를 만들어 조직을 치밀하게 한다.

결정생성 메카니즘은 보통 포틀랜드시멘트가 물과 반응하면 Ca(OH)₂(可溶性물질, 사진 1)가 생성되고 이 Ca(OH)₂은 다시 혼화재의 高반응성 硅酸성분과 화학적으로 반응하여 불용성의 안정된 규산칼슘수화물(CaO · SiO₂ · H₂O, 사진 1)로 변화(이를 포졸란 반응이라고 함)하여 콘크리트 조직을 치밀히 한다(그림 4).

4. 콘크리트의 표면처리방법에 의한 방수처리

지금까지는 1차적으로 콘크리트의 제조 방법을 통해서 수밀성을 높히는 방법을 생각해 보았지만 제조 및 품질관리 조건의 다양함에 의해 이들 사항만으로는 완전한 방수(수밀화) 효과를 기대하기 어렵다. 때문에 2차적으로 콘크리트표면에 무기질계 혹은 유기질고분자계 재료, 멤브레계재료등을 도포하여 보호조치(방수처리, 그림 5)를 취해야 할 필요가 있다. 이러한 보호조치는 콘크리트 표면에 결합이 발생했을 때 마려되는 것이 당연하지만 대부분 결합발생을 예측하여 구조물의 완성 전에 미리 조치하고 있다. 이것은 단순히 물의 침입을 방지하는 역할 뿐만이 아니라 콘크리트의 내구성을 보강하는 목적으로도 크게 활용되고 있다.

4. 1 침투성도포방수 재료를 콘크리트 표층부 조직 개선

침투성도포방수공법(그림 6)이란 콘크리트 표면에 무기질계(Slurry type) 혹은 유기질고분자계(Liquid type)의 침투성재료를 도포하여 콘크리트 표층부 조직에 불용성의 결정체를 만들거나, 불투수층의 막을 형성하여 2차적으로 조직을 치밀하게 함으로써 물의 침입을 억제시키는 방법이다.

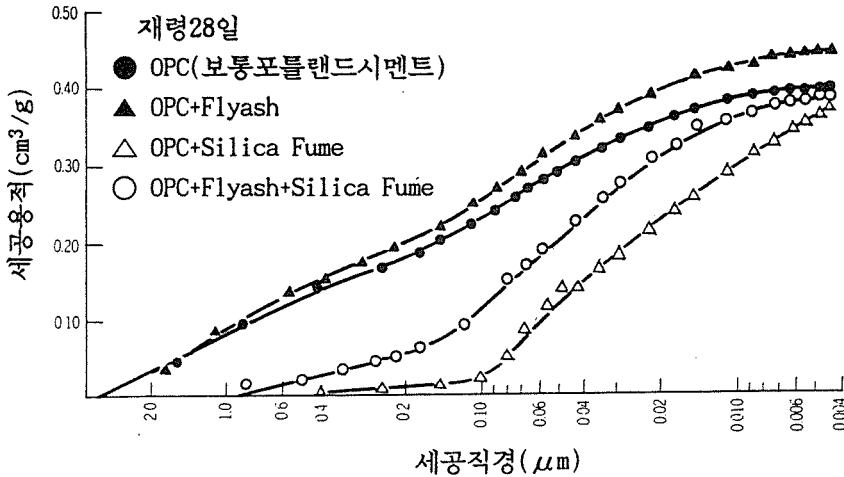


그림 4 각종 반응성물질과 혼합한 시멘트경화체의 세공용적

4. 1. 1 무기질계(시멘트혼합계)도포방수 재료

SiO₂(硅酸鹽系化合物), SO₃(石膏成分), Al₂O₃의 무기질 성분의 혼합재료를 적당량의 물로 반죽하여 경화콘크리트의 표면에 도포하면 표층부 조직의 모세관 및 기포에 침투하여 공극에 존재하는 수분, 미수화물(주로 CaO), Ca(OH)₂ 등과 반응(2차 수화 반응)하여 안정된 규산칼슘수화물 및 에트링가이트(3CaO · Al₂O₃ · 3CaSO₄ · 32H₂O) 등의 결정체를 만들어 표층부의 조직을 치밀하게 만든다⁶⁾ (그림 7). 이 재료의 공법상 특징은 주성분이 시멘트 성분과 유사한 무기질 재료인 관계로 항상 수분이 존재하는 습윤상태의 콘크리트 구조물(지하실, 터널, 수조, Pit 등) 방수에 많이 이용되고 있고, 어느 정도의 수압이 부가되는 곳에서는 방수재료의 침투 및 수밀화 효과도 크게 나타난다는 실험 보고도 있다.⁶⁾ 그렇지만 상식적으로 생각해서 硅酸성분이 콘크리트 내부에 이동해 들어갈 수 없을 정도의 강한 기체의 물이 스며나오는 부위에서는 적절한

방법으로 그것을 제어할 필요가 있으며, 다소 스며나오는 물에 대해서는 빠른 조치로 쉽게 처리할 수 있기 때문에 그 주변의 상황에 따라 정확한 판단기준이 요구된다.

4. 1. 2 고분자계의 도포방수재료 영향

고분자계도포방수 재료는 크게 실리콘계 열과 비실리콘, 혼합계로 분류되지만 기본적인 방수機構는 콘크리트의 표층부 조직에 침투하여 불투성 또는撥水性(Water Repellency)을 갖는層 또는膜(물에 대한 접촉각이 크기 때문에 외부로부터 침투하는 물이 내부로 스며들지 않는다)을 형성하여 흡수와 투수를 제어한다(그림 8).

상기 두 종류의 재료는 각각 나름대로 방수효과가 있지만 성능 및 방수機構에 관해서는 아직 명확히 규명해야 할 연구의 여지가 남아 있다. 그러나 최근 노동력 절감 시공법의 개발로 방수 재료로써 뿐만 아니라 표면열화에 대한 콘크리트 보호(보강)재료로써도 사용되고 있다.

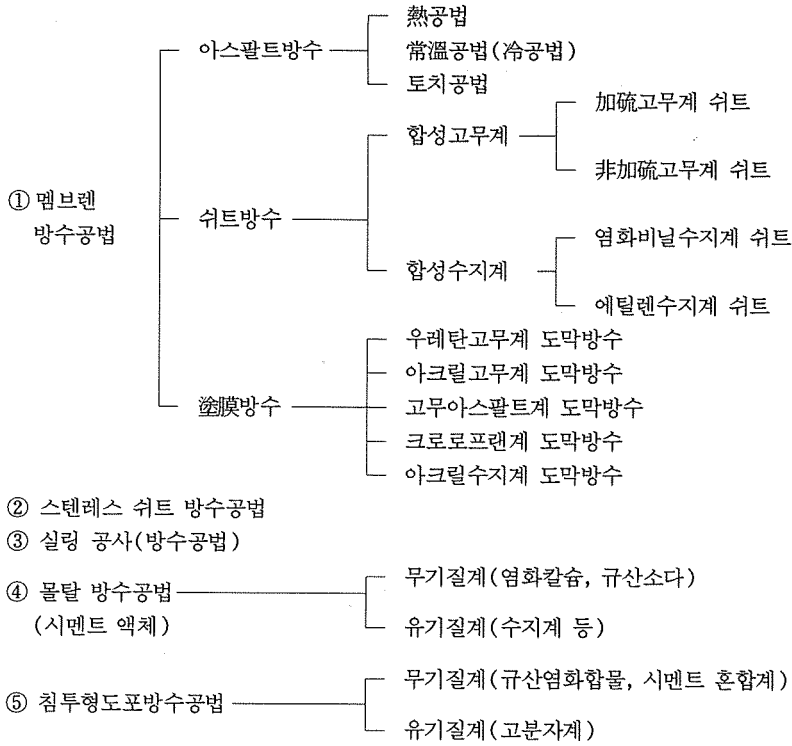


그림 5 방수공법의 종류⁶⁾

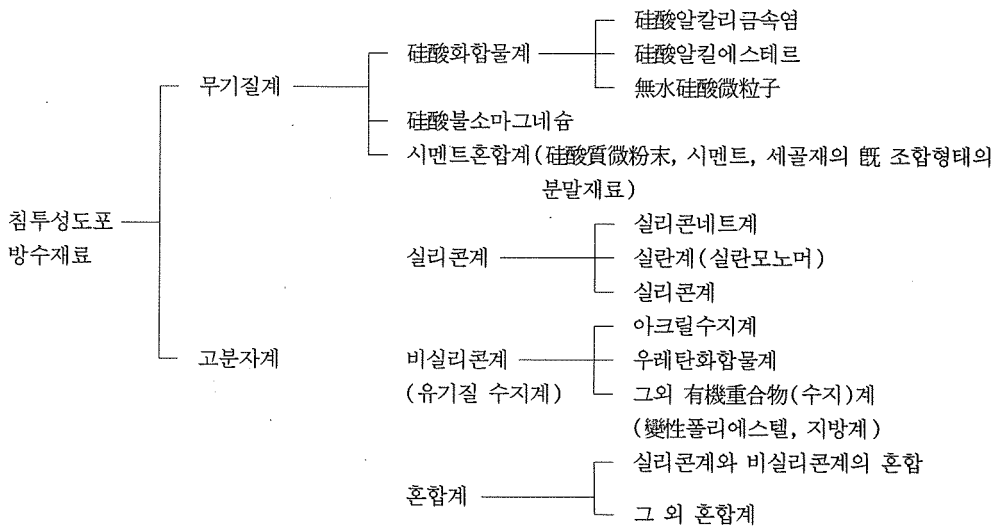


그림 6 침투성도포방수재료의 종류⁶⁾

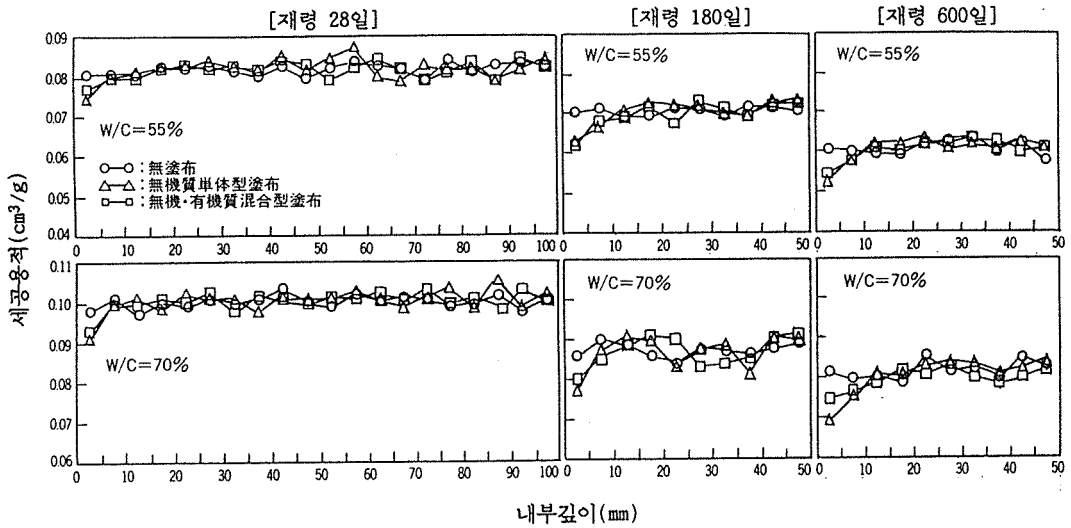


그림 7 무기질침투성도포방수재료를 도포한 몰탈의 내부깊이별 세공용적의 변화(표면에서 5mm 이하의 표층부에서 세공용적 감소)⁷⁾

재료의 종류	접촉각(度, θ)
철	0
유리	1 - 4
스테아린酸	96 - 106
파라핀	108 - 116
폴리비닐알콜	36
폴리酢酸비닐	27 - 89
폴리에틸렌	94

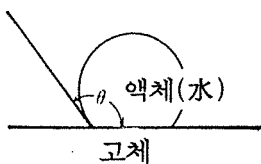
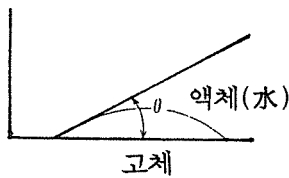


그림 8 재료의 물에 대한 접촉각과 접촉각의 정의⁸⁾

표 2 멤브렌 방수층의 종류와 적용부위

방수층의 종류	적용부위					
	옥상	베란다	외벽	지하외벽	실내	수조류
아스팔트방수	○	○	-	-	○	-
쉬트방수	○	○	-	○	○	○
도막방수	○	○	○	○	○	-

○ : 표준방법 적용

- : 표준의 방법 적용

4. 2 멤브렌 방수층에 의한 물의 침투방지

4. 2. 1 지붕방수

지붕은 물이 체류하는 시간이 적고 체류한다 해도 큰 수압이 가해지는 일은 없기 때문에 지붕방수는 콘크리트 슬래브에 직접 물이 침투하는 것을 방지하기 위함이라기보다는

슬래브에서의 균열발생에 따른 누수사고의 사전대책으로서 실시되는 수법으로 생각할 수 있다. 때문에 지붕방수 층은 당연한 요구 조건으로 슬래브에 균열이 발생해도 방수층은 파괴되지 않는 성질을 가져야 한다.

종래의 옥상방수는 7층 혹은 8층의 아스팔트 적층방수(주로 열공법 시공)로 방수성능은 우수하지만 시공이 복잡하고, 공정이 비교적 길며, 옥상슬래브에 하중부담을 증가시키는 등 문제점을 안고 있었으며, 고무 아스팔트 방수의 경우는 비교적 시공의 용이하고 슬래브에의 하중부담은 적지만(1차, 2차 도포를 통해서 약 2~4mm 두께를 유지함) 바탕 슬래브의 균열과 함께 방수층도 파단되는 일이 많다. 최근에는 시공이 간편하며, 공기단축이 가능한 공법(상온공법으로 아스팔트 방수층을 5층 이하로 형성)으로 바탕 콘크리트의 거동(균열)에도 충분히 견딜 수 있는 재료(스트레치아스팔트 루우핑 등)의 사용이 추천되고 있는 실정이다.¹⁰⁾

또한 아스팔트 방수는 시공현장에서 아스팔트를 용융할 때 발생하는 냄새나 연기가 근처 주민의 불만이 되는 점, 숙련기능공의 부족 등을 고려하여 용융아스팔트를 사용하지 않는 點着 혹은 接着式 방수공법이 개발되었고, 토치버너로 방수슈트 뒷면에 입혀진 폴리마 改質아스팔트 토치공법의 본격적 활용도 검토되어야 한다. 기타 지붕방수에는 IIR/EPDM계의 加硫고무계를 중심으로 PVC계, 非加硫고무계 슈트방수재를 이용한 슈트방수와 우레탄고무계를 중심으로 에멀션형의 아크릴고무계 재료의 도막방수도 사용되고 있다. 최근 외국에서는 슈트방수의 장점인 방수층 두께의 균일성 및 품질의 안정성과 도막방수의 장점인 수밀성을 조합시킨 복합방수공법도 개발되어 시행되고 있다.¹⁰⁾

그러나 이들 지붕방수는 어느 방수공법일 지라도 바탕콘크리트의 건조상태가 방수층의 성능을 결정하는 중요한 요인인 만큼 현장에서 바탕콘크리트 건조관리 및 적절한

공법(절연공법, 탈기공법)적용에 보다 적극적으로 임해야 할 것이고, 단열재와의 조합 시공에서도 방수층과 단열재층 사이에 물이 존재하지 않도록 하는 적절한 배열도 연구 검토되어야 한다.

4. 2. 2 지상외벽방수

지상외벽은 方位상 온도변화(여름은 동쪽과 서쪽, 겨울은 남쪽에서 온도변화가 심함)가 크기 때문에 지붕(특히 슬래브지붕)과 동등 혹은 그 이상의 균열이 발생하는 부위로서 구조물의 거동 및 환경변화에 따라 팽창수축을 반복한다. 때문에 타일붙이기, 미장 등 방수에 도움이 되는 마감처리를 하지 않는다면 지상외벽도 당연 방수조치가 필요한 부위라고 할 수 있다.

지상외벽의 방수처리는 도막방수가 일반적으로 사용되고 있고, 그 主流는 아크릴고무계 재료로써 개·보수뿐만 아니라 신축의 경우에도 적절히 사용할 수 있다, 그외 우레탄계의 에멀션이나 실리콘계 재료가 이용되고 있으며, 특히 미장마감 효과를 동시에 살리기 위한 재료의 사용도 늘어나고 있다. 또한 외벽방수는 수직 벽에 시공하는 만큼 안정된 방수층을 유지하기가 곤란하기 때문에 멤브렌 방수보다는 몰탈미장 및 타일붙임, 특수도료 등으로 처리하는 경우가 많다.

4. 2. 3 실내방수

욕실방수는 주로 몰탈(시멘트 액체)방수가 주류를 이루고 있다고 생각된다. 그러나 물의 사용정도를 고려하여 방수층으로서의 수밀성을 중시하면 PVC 슈트(熱風鎔接공법)등을 이용한 슈트방수나, 溶劑溶着공법에 의한 도막방수의 사용도 검토해 볼 가치가 있다.

주방은 고온의 파이프가 통하거나 酸, 기름 등을 포함한 폐수의 배수를 고려하여 충분한 방수조치를 해야할 필요가 있고, 이때 사용재료 및 공법은 화학적으로 내구성이 강한 슈트 및 도막방수가 적절하다.

4. 2. 4 지하외벽 방수

방수관련 참고서에는 지하외벽방수에 슈트 및 도막방수의 멤브레 방수를 사용하는 예가 있지만 건축물 주변의 余掘부위가 적다던가, 전혀 없는 경우도 많기 때문에 방수층이 연속적으로 시공될 수 없는 상황도 발생한다. 또한 지하외벽의 멤브레 방수는 시공후 하자가 발생해도 사후 보수가 불가능하기 때문에 결국 멤브레 방수층에 의한 기대보다는 콘크리트 자체의 수밀성(구체방수)에 의존하고 있다. 또한 지하외벽 방수는 시공상 이어치기부 등의 수밀상 약점이 되는 부분이 존재하며, 항상 수분이 존재하기 쉽기때문에 멤브레 방수공법만으로는 해결은 무리이다. 그렇지만 前述의 무기질침투성 도포방수 재료의 존재가 어느정도 그 문제를 해결해 줄것으로 생각된다.

그러나 지하벽체에서는 콘크리트 자체의 수밀성이 개선되었다고 해도 건축물의 용도에 따라 배수구, 배수로 및 이중벽을 설치하여 예상되는 누수의 직접적인 피해를 사전에 방지하는 것도 적절한 판단이라고 할 수 있다.

5. 결 언

「콘크리트의 방수」라는 제목으로 집필을 의뢰받고 여러모로 생각한 끝에 防水라 함은 독립된 건축기술의 한 분야로써 발전되어 왔지만 콘크리트 재료 및 관련 기술과 떨어져서 생각할 수 없는 분야임을 생각하게 되었다. 더우기 콘크리트 및 방수에 관련된 기술 또한 방대하여 필차가 할 수 있는 것은 콘크리트의 수밀성 향상 방안과 균열발생을 예상한 대책으로써의 멤브레 방수 및 관련 방수공법에 대해 상식적인 참고자료를 열거하는 선에서 정리하였다.

건축방수에 있어서 콘크리트의 본성에 들어가기에는 필자는 아직 미숙하고, 일반 방수공법 및 기능의 본질을 논하기에는 본고의 취지상 어울리지 않는다고 생각했기 때문이다. 모처럼 기회를 다 살리지 못하여 드릴 말이 없

다. 많은 지도편달이 있기를 바란다.

* 본고는 필자가 1989년 10월 일본 시멘트협회 발행 「시멘트콘크리트誌」에 발표한 권두논설을 참고로 보완, 첨가하여 작성하였습니다.

<참 고 문 헌>

- (1) 콘크리트의ひび割れ對策研究會：
콘크리트のひび割れ, P.50, 1977. 8
- (2) 大濱嘉彦：新しい塗布浸透型防水材料の性質, 防水ジャーナル, P.30, 1986. 10
- (3) Sandor Popovics : Expansive Cement, Concrete-Making Materials, pp.107-111, 1979
- (4) 박승범 : 섬유보강 콘크리트, 최신 콘크리트 공학, 한국콘크리트학회, p.586, 1992. 10
- (5) 笠井芳夫, 小林正凡：シリカフューム, セメントコンクリート用混和材料, 技術書院, pp.109, 1986
- (6) 吳 佯 根：ケイ酸質微粉末混合セメント系塗布防水材料の濕潤環境下のコンクリートおよびモルタルに對する水密性改善効果に關する研究, 東京工業大學, p.7~8, 1992. 3
- (7) 田中享二, 吳 祥根, 小池迪夫：ケイ酸質微粉末混合セメント系塗布防水材料の性質, セメント協會, セメントコンクリート pp. 22~30, 1992. 7
- (8) 笠井芳夫, 小林正凡：防水劑, セメントコンクリート用混和材料, 技術書院. pp. 392~393, 1986
- (9) 日本建築學會：メンブレン防水工事, 建築工事標準仕様書・同解説 JASS 8, p.39, 1986
- (10) 建築防水システムハンドブック編集委員會：建築防水の各部システム, 建築防水ハンドブック 建設産業調査會, pp.235~542, 1991
- (11) 김무한, 신현식, 김문한 : 콘크리트 및 혼화 재료, 건축재료학, 문운당, pp.151~272, 1992