

멤브레인 방수층 성능 및 평가방법에 관한 기초적 연구

A Basic Study on Evaluation Method and Performance of Membrane Waterproofing Layer

○ 오 미 현* 권 시 원** 강 효 진*** 정 희 원**** 최 인 성***** 오 상 근*****
 Oh, Mi-Hyun Kwon, Shi-Won Kang, Hyo-Jin Jung, Hee-Won Choi, In-Sung Oh, Sang-Keun

Abstract

This study is mainly acceptive for physical material performance than waterproofing layer performance on the external condition after construction. The reason are legalized only for material performance quality standard even though it is existed waterproofing materials for membrane.

In actuality, waterproofing layer are greatly occurred in performance a decreased developing essential element that are human footprints as a result physical perimeter environment after construction and on the construction.

As the result, this present paper purpose for evaluation and performance of the membrane waterproofing layer on the construction.

키 워 드 : 멤브레인 방수층, 성능 품질 기준, 물리적 재료 성능, 성능평가 시험방법

Keywords : Membrane waterproofing layer, Performance quality standard, Physical mater performance, Evaluation method and performance

1. 서 론

1.1 연구의 배경

멤브레인 방수에 사용하는 방수재료는 기존에 제정되어 있으나 그 재료적 성능·품질 기준만이 제정되어 있어 현장에 시공된 후의 외부조건에 의한 방수층 성능보다는 주로 물리적인 재료의 성능에 주안점을 두고 있다. 현실적으로 방수층은 시공과정 및 시공 후에 각종 인적·자연적·물리적 주변 환경 등 다양한 요소의 영향으로 인한 성능 저하 현상이 크게 발생하고 있는 실정이다. 이에 따라 적극적으로 현장상황을 고려한 멤브레인 방수층의 성능·평가 시험방법을 제시하고자 한다.

1.2 연구의 목적 및 내용

본 연구의 목적으로는 기존 물리적인 재료의 성능에 주안점을 두어 정의하고 있는 성능·평가방법들을 보완하여 현실적으로 시공된 이후 성능저하 현상이 발생하지 않게 하기 위함이다. 따라서 본 성능·평가방법에서는 멤브레인 방수층이 처할 수 있는 현장조건을 고려하여 총 9개의 실험을 실시하였으며, 방수층 형성 시에도 실제 시방서에 따라 방수층을 형성하였고, 단일·방수 공법의 경우에는 시험체 제작이 가능한

경우에 바탕체를 단열재로 사용하여 실제현장 조건에 최대한 근접하는데 목적이 있다.

2. 멤브레인 방수층의 이해

멤브레인 방수는 불투수성 피막을 형성하여 방수하는 공사를 총칭하며 아스팔트 방수·개량 아스팔트 시트방수·합성고분자 시트방수·도막 방수 등이 이에 해당하는 것으로 특징은 표 1과 같다.

표 1. 멤브레인 방수층의 특징

구 분	내 용
아스팔트 방수	용융 아스팔트를 접착제로 하여 아스팔트 펠트 및 루핑 등의 방수 시트를 적층하여 연속적인 방수층을 형성하는 것.
개량 아스팔트 시트방수	아스팔트를 이용하여 만든것으로 루핑의 심재로는 주로 폴리에스터 부직포 사용.
합성고분자 시트방수	합성고무 또는 합성수지를 합성고분자 시트 상태로 성형한 1.0~2.0mm두께 정도의 방수시트를 프라이머 혹은 접착제, 고정철물을 사용하여 방수층을 형성하는 것.
도막방수	방수용으로 제조된 우레탄 고무, 아크릴 고무, 고무 아스팔트 등의 액상형 재료를 바탕에 발라 방수층을 형성하는 것.

* 서울산업대학교 건설기술연구소 연구원, 정희원

** B&K 방수기술 연구소 연구원, 정희원

*** 서울산업대학교 주택대학원 석사과정, 정희원

**** LG건설 부장, 명지대 박사과정, 건축시공기술사, 정희원

***** 명지대학교 건축공학과 교수, 공학박사, 정희원

***** 서울산업대학교 건설대학 건축학부 교수, 정희원

3. 시험평가 및 방법

3.1 시험평가 내용

멤브레인 방수층의 성능 및 평가방법을 위한 관련 시험항목 및 내용은 표 2와 같다.

표 2. 성능평가 항목

성능평가 항목	내용
방수성(수밀성)	실제 현장 상황을 고려하여 복잡한 부위를 설치한 상자를 만들어 방수층을 시공한 후 물을 채워 누수여부를 확인한다.
패임 저항성	방수층 위에 장기간 국부하중이 작용하는 경우의 방수층의 눌림에 있어서 패임에 대한 저항성을 평가한다.
충격 저항성	방수층 시공 중 또는 시공 후 외부 충격 및 작업 시 공구 등의 낙하로 인한 방수층의 충격 저항성을 평가한다.
내피로 시험	방수층이 경화된 바탕재 불연속부에 생기는 거동에 의한 피로에 대한 저항성을 평가한다.
조인트 늘어짐 저항성	방수층 조인트 부위에 손상 저항성을 평가한다.
처짐 저항성	급경사 지붕 및 파라펫 치켜올림부 등에 시공한 방수층의 처짐, 어긋남 등에 대한 저항성을 평가한다.
코너부 안정성	방수층 코너부는 재질의 변화에 따라 반복적 수축의 영향을 받아 탈락하는 문제가 발생한다. 따라서 코너부의 안정성을 평가한다.
풍압 저항성	강풍시의 노출 방수층 부위의 압력 변화에 따른 방수층의 안정성을 평가한다.
부풀음 저항성	방수층은 태양열에 의해 수분이 증발되어 부풀어 오르는 현상이 발생하여 들뜸의 원인이 된다. 따라서 이에 대한 부풀음 저항성을 평가한다.

3.2 시험방법

1) 방수성(수밀성)

KS F 5114에 규정된 두께 6mm이상의 플렉시블판과 경량철골 등을 사용하여 그림 1과 같이 모서리(높이 250mm), 관통과이프 및 드레인을 설치한 상자를 만들어 내측 및 밑면에 방수층을 시공하여 방수층의 종류에 따라 필요한 양생기간이 경과할 때까지 방치하도록 한다. 이 때 시트 방수재와 같이 정형재료의 경우에는 2층, 3층 겹침부위가 생기도록 하고, 도막 방수재와 같이 부형재료의 경우에는 2중 바름, 이어바름 부위가 반드시 생기도록 시공한다. 또한 내부에 물을 채웠을 때, 변형이 생길 우려가 있을 경우에는 변형이 생기지 않도록 보강한다.

제작한 시험체 내부에 높이 100mm, 300mm 또는 800mm 중 어느 한 높이까지 물을 채워 누수의 유무를 관찰한다. 그 주기는 최소한 7일 정도 관찰하여 시공 능력을 평가한다. 시험의 결과는 일반적으로 시험기간 중 누수가 발생하지 않은 것은 합격으로 하고, 누수가 발생한 것을 불합격으로 한다.

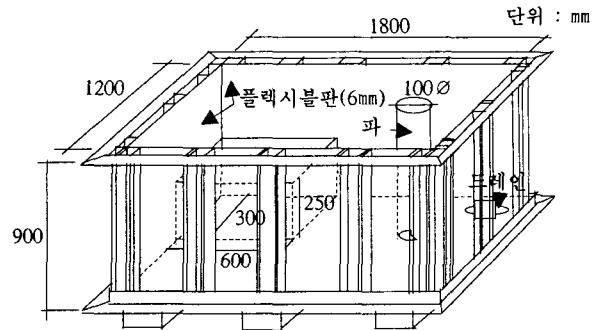


그림 1. 방수성(수밀성) 시험체

2) 패임 저항성 시험

KS L 5114에서 규정하는 가로 100mm×세로 100mm×두께 6mm의 플렉시블판을 바탕재로 하고, 바탕재 위에 설계서 또는 시방서에 따라 가로 100mm×세로 100mm의 방수층을 설치한 것을 시험체로 한다. 패임 저항성 시험장치는 그림 2와 같이 시험체 표면에 직경 30mm의 철구로 50N의 정하중을 24시간 가하여 구멍 뚫림 유무를 검사한다.

육안으로 구멍 뚫림의 여부를 확인할 수 없을 경우에는 내경 500mm×높이 300mm의 투명 아크릴 관을 의심이 가는 부위가 가운데로 오도록 설치하고, 방수층과 아크릴 관 사이에 물이 새지 않도록 파라핀 또는 에폭시 수지로 방수처리를 한다. 방수 처리재가 완전히 경화된 상태에서 아크릴 관에 물을 높이 250mm로 채운 후, 누수여부에 따라 구멍 뚫림 여부를 확인한다.

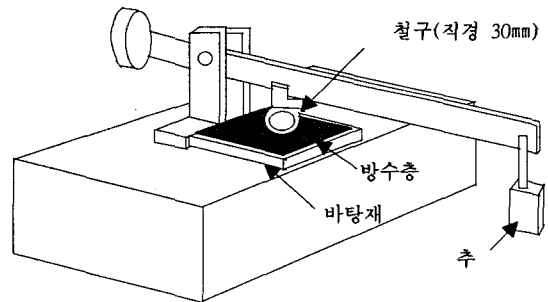


그림 2. 패임 저항성 시험체 및 시험장치

3) 충격 저항성

시험체는 가로 300mm×세로 300mm×두께 60mm의 바탕재 위에 설계서 또는 시방서에 따라 가로 300mm×세로 300mm의 방수층을 설치한 것으로 한다. 시험체의 지지방법은 그림 4에 표시한 바와 같이 모래위 전면 지지로 한다. 시험체를 0±2°C, 20±2°C, 60±2°C의 온도 조건에서 시험체를 1시간 이상 정지한 후, 10초 이내에 시험체를 내충격성 시험장치에 설치하여 상온에서 그림 3의 철재로 제작된 500±2g의 내충격 시험용 추를 추 끝에서부터 방수층 표면까지의 높이 0.5m, 1.0m, 2.0m의 위치에서 방수층에 구멍이 뚫릴 때까지 차례로 시험체의 방수층 위로 낙하시킨다. 또한 육안으로 구멍 뚫림 여부를 확인할 수 없을 경우에는 내경 100mm×높이 300mm의

투명 아크릴 관을 의심이 가는 부위가 가운데로 오도록 설치하고, 방수층과 아크릴 관 사이에 물이 새지 않도록 실링재로 방수처리를 한다. 방수 처리재가 완전히 경화한 상태에서 아크릴 관에 물을 높이 250mm로 채운 후, 누수여부에 따라 구멍 뚫림 여부를 확인하도록 한다.

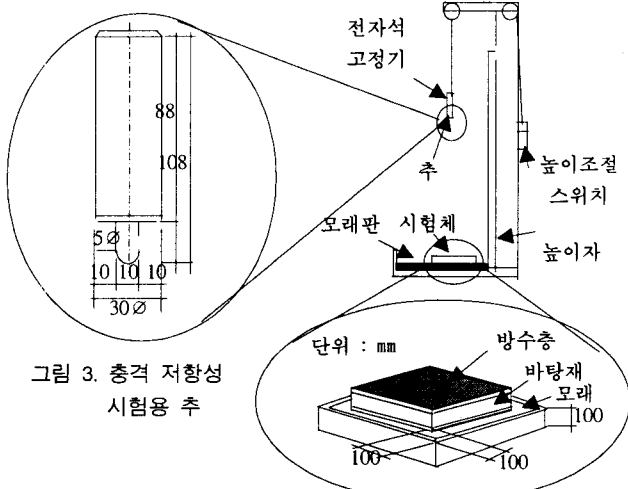


그림 3. 충격 저항성 시험용 추

그림 4. 모래위 전면지지

4) 내피로 시험

시험체는 그림 5와 같이 A형, B형의 2종류로 한다. 바탕재는 KS K 5114에서 규정하는 두께 6mm의 플렉시블판으로 한다. 바탕재는 A형의 경우에 가로 340mm×세로 100mm로 그림 5와 같이 바탕재 표면 중앙부에 세로 방향으로 깊이 4mm의 V형으로 파낸 것을 사용하며, B형의 경우에는 그림 5와 같이 가로 170mm×세로 100mm로 절단된 2개의 바탕재를 사용한다. 방수층은 바탕재 위에 설계서 또는 시방서에 따라 가로 160mm×세로 80mm로 형성하고, 특히 도막 방수재의 경우에는 방수재가 새어나가지 않도록 내부치수가 가로 160mm×세로 80mm가 되도록 우드락으로 형틀을 제작하여 방수층을 형성한다.

시험체를 일정한 시간에 0~2.5mm의 확대 및 축소가 가능하고 온도 조절이 가능한 항온조를 갖춘 내피로 시험장치에 고정하여 온도 20±2℃에서 1시간 정치한다. 온도 20±2℃에서 피로 시험기를 작동시켜 바탕판의 균열부에 0.5~2.5mm의 확대 축소를 2분에 1회의 비율로 200회 반복시킨 후, 피로 시험기의 온도를 0±2℃로 변경하여 3시간 이상 방치한 후, 온도 0±2℃에서 동일한 방법으로 확대 축소를 400회 반복한다. 반복이 끝난 다음에 상온에서 플렉시블판의 간격을 2.5mm로 확대하여 시험체의 표면을 8배 확대가 가능한 확대경을 이용, 육안으로 관찰하여 잔균, 찢김, 파단의 유무를 조사한다.

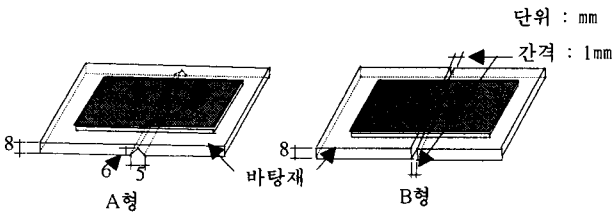


그림 5. 내피로 시험체

5) 조인트 늘어짐 저항성 시험

시험체는 그림 6과 같이 바탕재 위에 설계서 또는 시방서에 따라 방수층을 시공하여, 방수층의 양단을 바탕재 단부에 말아 넣어 고정철물로 고정시킨다. 특히 조인트의 접침 폭과 접착 방식은 각 방수재 종류 및 공법별 설계서 또는 시방서에 따른다. 바탕재의 재료, 배합 및 양생방법은 KS F 4001에 따르고, 모양 및 크기는 그림 6과 같이 제작하며, 바탕재는 성형 후 28일 이상 경화한 것을 사용한다. 단, 시험체 제작시 사용 방수재는 길이 방향 및 나비방향에서 각각 채취한 것을 사용한다.

양생이 끝난 시험체를 20±2℃의 항온실에 24시간 정치한 후, 조인트 단부에서 10mm 떨어진 위치에 표선을 표시하여, 이것을 표선간 거리로 한다. 그 후 시험체를 온도 80±2℃의 항온조 속에 48시간, 온도 0±2℃의 항온조 속에 48시간, 온도 20±2℃의 항온조 속에 72시간 정치하는 것을 1사이클로 하여 5사이클을 반복하여 시행한다. 종료 후 20±2℃에서 표선간 거리를 측정하여 조인트 늘어짐 양을 구함과 동시에 방수층의 파단 유무를 검사한다.

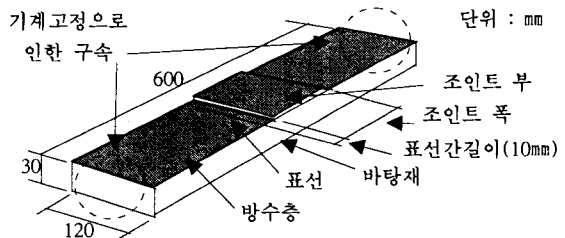


그림 6. 조인트 늘어짐 저항성 시험체

6) 처짐 저항성 시험

KS L 5114에서 규정하는 두께 8mm의 플렉시블판을 바탕재로 하고, 바탕재 위에 설계서 또는 시방서에 따라 방수층을 시공한 것을 시험체로 한다. 바탕재의 폭은 그림 7과 같이 방수층을 누름 철물로 고정된 A형의 경우에는 600mm로 하며, 누름 철물로 고정하지 않은 B형의 경우에는 300mm로 한다. 방수층의 폭은 A형의 경우에 580mm로 하며, B형의 경우에는 280mm로 하여 바탕재의 중앙부에 위치하도록 한다. 바탕재의 폭, 높이로 방수층의 시공이 곤란한 경우에는 필요로 하는 바탕재를 설치, 양생 후에 제거하도록 한다. 시험체는 온도 60±2℃의 항온실에 수직으로 설치하여 168시간 정치한 후, 방수층과 바탕재와의 어긋남 및 방수층 자체의 처짐을 관찰한다.

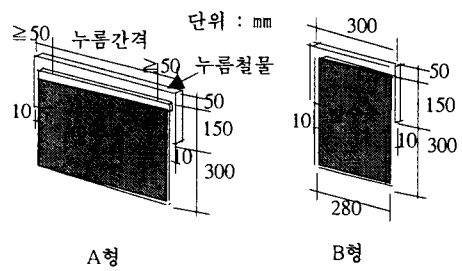


그림 7. 처짐 저항성 시험체

7) 코너부 안정성 시험

시험체는 그림 8과 같이 L자형의 바탕재 위에 설계서 또는 시방서에 따라 방수층을 시공하여 방수층의 종류에 따라 필요한 양생기간이 경과할 때까지 양생한다. 방수층의 양단은 바탕재의 단부에 감아 넣은 후 고정철물로 고정하며, 바탕재 재료, 배합 및 양생방법은 KS F 4001에 따르고, 모양 및 크기는 그림 8과 같이 L자형으로 제작한다. 시험체를 온도 $80\pm 2^\circ\text{C}$ 의 항온조 속에 48시간, 온도 $0\pm 2^\circ\text{C}$ 의 항온조 속에 48시간, 온도 $20\pm 2^\circ\text{C}$ 의 항온조 속에 72시간 정치하는 것을 1사이클로 하여 5사이클을 반복하여 시행한다. 종료 후 $20\pm 2^\circ\text{C}$ 에서 방수층의 주름, 코너부의 굳어짐과 파단의 유무를 검사한다.

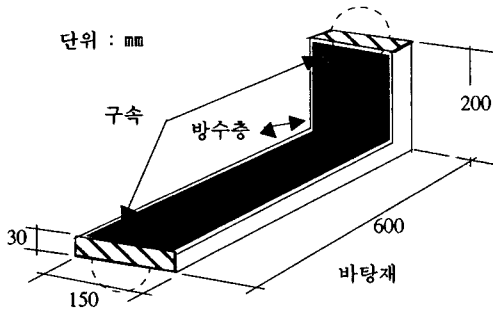


그림 8. 코너부 안정성 시험체

8) 풍압 저항성 시험

시험체는 그림 9와 같이 가로 1000mm×세로 1000mm×두께 100mm의 바탕재 위에 설계서 또는 시방서에 따라 가로 1000mm×세로 1000mm의 방수층을 시공한다. 바탕재의 재료, 배합 및 양생방법은 KS F 4001에 따르고, 바탕재는 성형 후 28일 이상 경화한 것을 사용한다. 바탕재 위에 방수층을 시공할 때 중앙부에 바탕재와 방수층이 절연되는 직경 100mm의 절연 부위를 설치하고, 방수층의 종류에 따라 필요한 양생기간이 경과할 때까지 양생한다. 양생 후 방수층 표면 위에 감압조 내부의 온도를 측정할 수 있는 온도 센서를 부착하고, 투명 아크릴판으로 만든 감압조를 설치한다.

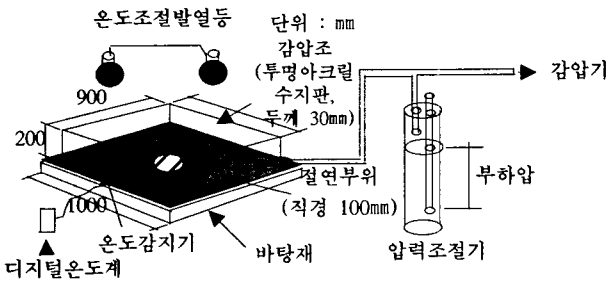


그림 9. 풍압 저항성 시험체와 시험장치

시험체의 방수층 위에 감압조를 덮어 씌운 후, 방수층과 감압조 사이에 실리콘으로 실링 처리하여 실리콘이 경화할 때 까지 방치한다. 온도조절용 발열체를 이용하여 방수층의 온도를 $40\pm 2^\circ\text{C}$ 로 유지하여 3시간 경과한 후에 감압조 내의 압력을 -2.0kPa 으로 감압하여 30분간 유지한다. 그 후 온도 $40\pm 2^\circ\text{C}$ 에서 압력을 유지한 상태로 방수층의 팽창, 박리가

진행하지 않는 경우에는 순차적으로 -5.0kPa 에 30분간, -10.0kPa 에 30분간 감압하여 방수층의 이상 유무를 검사한다.

9) 부풀음 저항성 시험

시험체는 그림 10과 같이 가로 300mm×세로 300mm×두께 60mm의 중앙에 표면까지 관통하는 직경 10mm 구멍 뚫린 바탕재 위에 설계서 또는 시방서에 따라 가로 300mm×세로 300mm의 방수층을 설치한 것으로 하며, 시험체 중앙부에 바탕재와 방수층이 절연되는 직경 40mm의 절연부위를 설치한다. 단일 방수공법의 경우에는 단일 재료를 바탕재로 하며, 단일재의 중앙부위에도 표면까지 관통하는 직경 10mm의 구멍을 뚫는다.

시험체는 온도 $60\pm 2^\circ\text{C}$ 에서 1시간 이상 정치한 후, 그림 10과 같이 들뜸 시험 장치에 시험체를 설치하여 5.0kPa의 압력을 가하고 절연부위의 윤곽을 흰색 잉크 등으로 표시한다. 온도 $60\pm 2^\circ\text{C}$ 에서 순차적으로 10.0kPa의 압력을 10분간, 20.0kPa의 압력을 10분간, 50.0kPa의 압력을 10분간 가하여 절연부위의 확대 등의 변화를 측정한다.

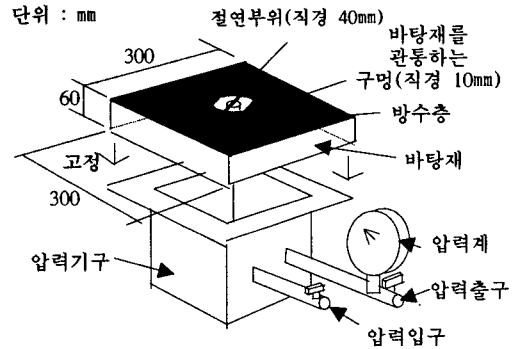


그림 10. 부풀음 저항성 시험체와 시험장치

3.3 시험평가 기준

시험결과에 따른 평가방법은 표 3에 따른다.

표 3. 시험결과에 따른 구분

구분	시험 결과
방수성 (수밀성)	7일간의 누수 유무를 관찰하여 시험결과를 표시한다.
패임 저항성	1) 50N의 하중에서 1개소라도 구멍이 뚫린 경우
	2) 150N의 하중에서 1개소라도 구멍이 뚫린 경우
	3) 250N의 하중에서 1개소라도 구멍이 뚫린 경우
	4) 250N의 하중에서 3개소에서도 구멍이 뚫리지 않은 경우
충격저항성	1) 높이 0.5m의 충격으로 1개소라도 구멍이 뚫린 경우
	2) 높이 1.0m의 충격으로 1개소라도 구멍이 뚫린 경우
	3) 높이 1.5m의 충격으로 1개소라도 구멍이 뚫린 경우
	4) 높이 1.5m의 충격으로 3개소에서도 구멍이 뚫리지 않은 경우

내피로 시험	시험체의 표면을 확대경을 이용, 육안으로 관찰하여 잔금, 찢김, 파단의 유무를 표시
조인트 늘어짐 저항성	1) 6개의 시험체 중, 1개라도 조인트부의 방수층에 파손이 생긴 경우, 또는 조인트 늘어짐 양이 조인트 폭의 5%를 넘는 경우
	2) 6개의 시험체 모두가 파손되지 않고, 조인트 늘어짐 양이 조인트 폭의 1~5%인 경우
	3) 6개의 시험체 모두가 파손되지 않고, 조인트 늘어짐 양이 조인트 폭의 1%미만인 경우
처짐 저항성	1) 시험체 1개라도 10mm이상의 어긋남과 처짐이 생긴 경우
	2) 시험체 1개라도 10mm미만의 어긋남과 처짐이 생긴 경우
	3) 3개의 시험체 모두 이상이 생기지 않은 경우
코너부 안정성	1) 시험체 1개라도 방수층에 파단이 생긴 경우
	2) 시험체 1개라도 방수층에 주름이 생긴 경우
	3) 3개의 시험체 모두 이상이 생기지 않은 경우
풍압 저항성	1) -2.0kPa의 감압 상태에서 30분 이내에 팽창 또는 박리가 생긴 경우
	2) -5.0kPa의 감압 상태에서 30분 이내에 팽창 또는 박리가 생긴 경우
	3) -10.0kPa의 감압 상태에서 30분 이내에 팽창 또는 박리가 생긴 경우
	4) -10.0kPa의 감압 상태에서 3개 모두 이상이 없는 경우
부풀음 저항성	1) 10.0kPa의 압력에서 시험체 1개라도 10분 이내에 절연부위가 확대된 경우
	2) 20.0kPa의 압력에서 시험체 1개라도 10분 이내에 절연부위가 확대된 경우
	3) 50.0kPa의 압력에서 시험체 1개라도 10분 이내에 절연부위가 확대된 경우
	4) 50.0kPa의 압력에서 시험체 3개 모두 이상이 없는 경우

4. 결 론

끝으로, 본 연구의 내용으로 멤브레인 방수층의 성능 및 평가방법이 적극 활용되어짐으로서 건설 현장에서 기존의 물리적인 재료 자체의 성능에 주안점을 두어 시험, 평가하고 있는 사항들을 보완하고, 멤브레인 방수층의 장기적 내구성을 확보할 수 있도록 방수층의 외부 환경에 의한 성능 저하 현상에 적극적으로 대처할 수 있게 하였다.

따라서 본 연구는 기존 멤브레인 방수층 성능 시험평가방법의 문제점을 개선·보완하였다는 측면에서 대체성이 높을 것으로 판단되며, 물리적인 재료 자체의 성능뿐만 아니라 외부 환경에 의한 성능 저하 현상 등 건설 현장에서 요구되는 성능을 확보할 수 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

1. 한국 건설기술원, 건설기술 정보센터, 방수시공 종합정보집, 1998
2. 한국산업규격 KS F 3211-'99 : 지붕용 도막 방수재
3. 한국산업규격 KS F 4715-'01 : 얇은 마무리용 벽 바름재
4. 한국산업규격 KS F 4911-'97 : 합성 고분자계 방수시트
5. 한국산업규격 KS F 4917-'97 : 개량 아스팔트 방수 시트
6. 한국산업규격 KS F 9016-'95 : 보온재의 열 전도율 측정방법
7. 한국산업규격 KS M 3014-'96 : 폴리에틸렌 발포 제품 시험방법
8. Michael T.Kubal, 「Waterproofing : the Building Envelope」, McGraw-Hill, p.30, 1993.
9. ASTM D 4060-'95 : Standard Test Method for Abrasion Resistance of Organic Coatings by the Taber Abraser