

접합부 수밀성 향상 시트를 이용한 복합방수 공법에 관한 연구

A Study on complex waterproofing Method Using Part of Joint Watertightness Improved Sheet

○ 서우일* 김수련** 곽규성*** 오상근****
 Suh, Woo-Il Kim, Su-Ryon Kwak, Kyu-Sung Oh, Sang-Keun

Abstract

We ensure a flat and regular basic surface by using part of joint waterproofing improved sheet method applying the upper slab of a concrete structure. We solve the problem of getting loose scale the general sheet by waterproofing of the sheet and improving adhesive strength of the basic concrete.

Also, waterproofing sheet union to problem of joint have solved using of insertion type method so that, it improved a watertightness. It has improved in resist impact, resist abrasion and it is the effect of shortened construction period and cutting down on construction expenses.

Here are the special quality and superiority of this waterproofing research.

(1) Level material has the super adhesive strength so that it makes the basic surface without the gab of waterproofing sheet and waterproofing layer with the string adhesive strength.

(2) We unite the sheet with the joining part between sheets by waterproofing sheet joint using of method.

(3) There is the effect of shortened construction period and cutting down on construction expenses without waterproofing of protection.

키 워 드 : 수밀성 시트 방수재, 복합방수, 삽입형 공법, 접합부, 내마모성

Keywords : watertightness sheet waterproofing material, complex waterproofing, insertion type method, part of joint, resist abrasion

1. 서 론

오늘날 다양한 방수 재료에 의한 방수 공법 및 시공이 이루어지고 있으며, 구조물의 다양화 및 적용 환경의 급속한 변화와 방수재료의 발전으로 방수 품질의 향상을 실현시키고 있다. 그러나 콘크리트의 균열은 구조물의 누수를 유발하는 가장 큰 원인이 되고 있고, 방수재료의 성능을 저하시키는 요인이 된다. 따라서 우선적으로 해결되어야 할 사안은 주요 콘크리트 구조물에 대한 방수공사를 설계 단계에서부터 구조물의 적용부위 및 그에 따른 환경조건에 맞는 적절한 재료 및 공법이 정확히 적용되어야 한다.

방수공사의 하자를 유발하는 주요 원인을 살펴보면, 콘크리트 바탕면의 흡수율에 따른 제약, 바탕면 처리에 따른 비경제성, 노출 보행용 방수 공법 품질 부적합, 시공 공법의 구조적 비효율성, 공법의 높은 시공자 의존도, 바탕면 거동 추중성 부족으로 인하여 하자가 발생하고 있는 실정이다.

이에 본 연구에서는 기존의 사용되어지는 시트 상호간의 접합부를 열융착이나, 접착제를 사용하여 시공되는 오버랩 조

인트 방식의 방수공법을 접합부 수밀성 향상 시트를 이용한 복합방수의 적용성을 평가한다.

2. 이론적 고찰

2.1 기본개념

기존의 시트 방수재가 바탕면과의 접착력 부족으로 인한 들뜸이나, 박리, 시트의 조인트 부위의 하자 발생, 외부 충격에 의한 방수층 자체의 파단 등의 단점을 접합부 수밀성 향상 시트를 이용하여 외부 충격에 대한 찌김 및 구멍 뚫림 저항성의 단점을 보완한 방수공법이다.

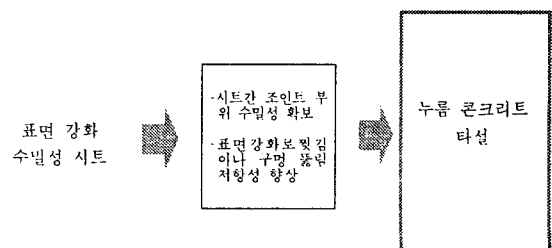


그림 1. 기본 개념도

* 정희원, 네오건설(주) 공무부 차장
 ** 정희원, 서울산업대학교 비엔케이방수기술연구소 연구원
 *** 정희원, 서울산업대학교 비엔케이방수기술연구소 소장
 **** 정희원, 서울산업대학교 건설대학 건축학부 교수, 공학박사

접합부 수밀성 향상 시트를 이용한 방수공법의 시공 개념도는 그림 1과 같이 방수 시트를 조인트 부위에 삽입하여 시트간 접합부에서 열토치법에 의한 접합방법이 아닌 간단한 삽입 접침방법으로 시공된다.

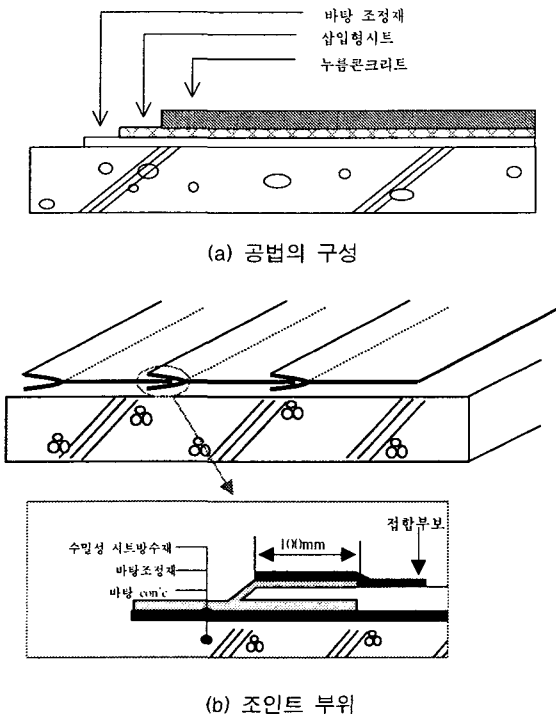


그림 2. 접합부 수밀성 향상 시트를 이용한 방수공법 개념도

2.2 수밀성 시트 방수재의 재료적 특성

일반적인 시트 방수공법은 바탕 콘크리트의 움직임에 대한 추종성이 있으며, 공정이 단순하다는 특징이 있으나, 외부 충격이나 기타 공정 진행 중의 부주위 등으로 인하여 방수층의 손상이 일어나기 쉽다는 문제점을 가지고 있다.

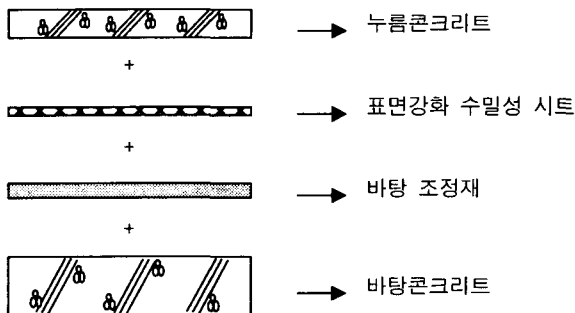


그림 3. 수밀성 향상 시트를 이용한 방수층 구성

또한 아스팔트 시트 방수 공법은 대부분 가열-용융하면서 밀착하는 토치공법으로 시공되는데 이것은 가열-용융에 동반되는 화염-공해 문제, 숙련공 부족 등의 문제점을 안고 있다. 그러나 표면 강화 수밀성 시트 방수재는 그림 2와 같이 바탕

면과의 접촉면에 자착성을 부여하여 토치 가열 공정 필요없다.

3. 기존의 시트 방수공법과 수밀성 향상 시트 방수공법의 비교

3.1 기존의 시트 방수공법

기존 시트 방수재는 합성고무계 개량아스팔트계, 합성수지계 등으로 나눌 수 있으며, 공장에서 일정한 품질의 제품으로 생산되어 자체의 품질 안정성은 우수하다는 장점을 가지고 있으나, 반면 단점으로 시트 상호간의 이음부위 결합(신뢰성 결여), 누수시 국부적인 보수 곤란, 온도에 민감하여 동절기나 하절기 작업에 영향, 복잡한 부위 시공시 작업 곤란 등이 있다. 이 중 가장 빈번히 발생하는 하자 원인으로 시트 상호간 이음부위 결합을 들 수 있다.

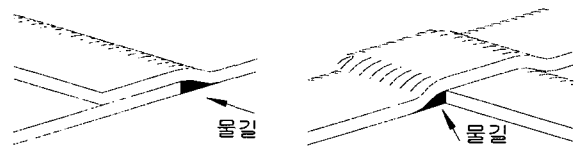


그림 4. 시트 방수재의 누수 경로

또한 시트간 접합 방법은 그림 5와 같이 겹쳐 맞추는 조인트법, 보강겹쳐맞춤, 맞붙임, 보강맞붙임 등이 있다.

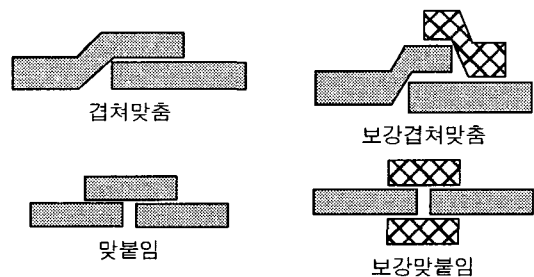


그림 5. 시트간 이음부 접합 방법

일본 건축학회 방수연구위원회 보고에 의하면 표 1과 같이 시트 방수재의 하자 유형 중 접합부의 경우에서 약 45%의 하자가 나타난다고 보고하고 있다.

표 1. 시트방수재의 하자 유형¹⁾

하자유형	부품립	파단	끝단, 접합부 박리	기타	계	
아스팔트 시트	건수	16	60	94	38	208
	%	7.7	28.8	45.2	18.3	100

1) 일본 건축학회 방수연구위원회

3.2 수밀성 향상 시트 방수공법의 공학적 메카니즘

방수시트는 바탕구조체의 움직임에 추종성이 뛰어나고, 외부 충격에서도 방수층 파손없이 잘 견뎌야한다. 또한 시트간 접착 부분에서 신뢰도가 높은 접합방식에 의해 완전히 seal 할 수 있다는 것이 무엇보다도 중요하다.

따라서 수밀성 향상 방수시트는 종래의 개량아스팔트 시트 방수재에 사용되는 재료의 특성은 유사하지만, 특수한 제조공정과 고온에서 열처리한 합성섬유 직물의 중간삽입과 이들 합성섬유 직물들을 엇갈림 붙임으로 압착시켜 제조함으로써 유연하면서 인장, 인열강도가 뛰어나고, 또한 균열에 의한 방수층 파단과 내구성 등이 개선, 보완되었다. 특히 표면을 보강 처리함으로써 찢어짐에 대한 저항성이 매우 우수하여 와이에 매쉬, 고정 철물 등에 의한 방수층이 파단 및 관통되는 우려가 없어 방수층 보호 공정이 없이 누름콘크리트 타설이 가능하다.

3.3 수밀성 향상 시트 제조

- 1) 침입도 85~100의 스트레이트 아스팔트 50wt%와 침입도 10~20의 브라운 아스팔트 13wt%를 150±10℃에서 용융 혼합한다.
- 2) SBS 합성고무 12wt%와 나프텐계 오일 10wt%, 충전제 (CaCO₃) 10wt%, 석유수지 5wt%를 150±10℃에서 가열 교반한다.
- 3) 혼합물을 150±10℃에서 혼합한 후 1~2시간 숙성시켜 140℃에서 고무화 아스팔트 도막 방수재를 합성한다.

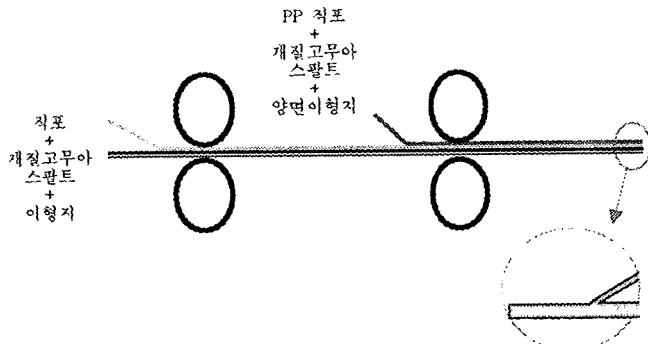


그림 6. 접합부 수밀성 시트 방수재의 제조 공정

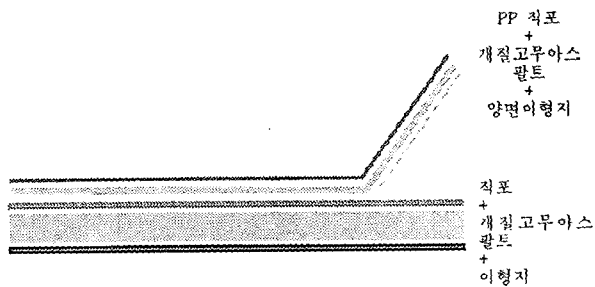


그림 7. 접합부 수밀성 시트 방수재의 구조도

- 4) 합성한 고무아스팔트 도막재를 10~15시간 숙성시켜 100~120℃에서 이형지 상에 도포한 후 냉각하여 삽입형 방수시트를 제조한다. 시트를 제조하는 과정에서 시트 중간에 적포를 삽입시키고 최종적으로 PP적포를 엇갈림 부착하여 내충격성 및 내마모성을 확보한 삽입형 시트를 제조한다.(그림 6, 그림 7. 참조)

3.4 수밀성 시트 방수재의 접합부 처리

시트 방수재에서 가장 중요한 공정의 하나가 그림 8과 같이 겹침 이음부분의 접합이다. 특히 시트의 수축이 클 경우에는 접합부분에 큰 응력이 집중하여 박리나 접착력 저하 등의 문제를 일으켜 누수의 경로를 제공할 수가 있다.

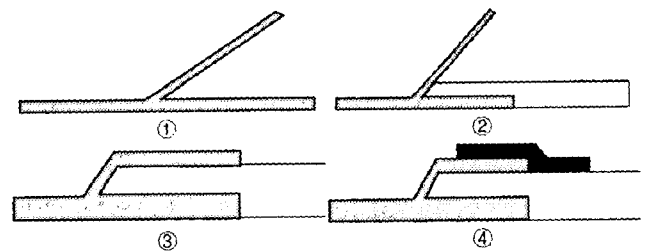


그림 8. 접합부 수밀성 시트 방수재의 겹침 이음 시공도

따라서 사진 1과 같이 시트간의 연결 부위를 삽입형 공법, 자작식 맞댐형 공법을 개발하여 시공을 간단히 하면서, 일체화된 방수층이 형성된다.

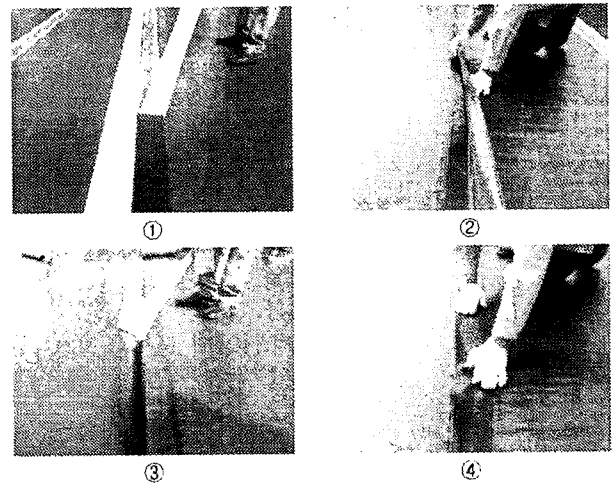


사진 1. 접합부 수밀성 시트 방수재의 시공 장면

4. 접합부 수밀성 향상 시트를 이용한 복합 방수재의 성능 평가

4.1 접합부 인장 시험

1) 시험편 제작

시험편은 시트재를 평면에 펼쳐서 24시간 이상 표준상태에서 방치한 후 롤의 바깥쪽의 끝에서 100cm는 시험편의 채취부에서 제외하고 길이 및 나비 방향으로 200×50mm를 각각 5개씩 채취한다.

2) 시험 방법

인장강도 시험은 시험편의 나비가 0.1mm 정도로 3곳을 측정하여 그 평균으로 한다. 물림 간격이 100mm가 되도록 시험편을 인장 시험기에 걸고, 인장 속도 100mm/min로 시험편이 끊어질 때 까지 인장하고, 최대 하중 및 파단시의 변위량을 읽는다.

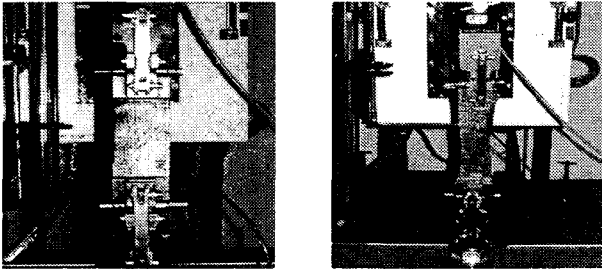


사진 2. 접합부 인장 시험

3) 시험 결과

삼입형 공법은 접합부 인장성능 시험결과 표 2와 같이 50mm 접합 일 경우 153N/cm로 나타났고, 100mm의 접합인 경우 211 N/cm로 측정 되었다. KS 기준은 50N/cm에 비해 다소 높은 접합강도가 측정 되었다.

표 2. 접합부 인장 성능

	접합성능(N/cm)			비고
	50mm 접합	KS 기준	100mm 접합	
시험결과	153	50	211	삼입공법

4.2 내투수성 시험

방수재료를 평가하는 인자로 흡수성이나 물의 투과성을 들 수 있다. 방수재료 자체의 흡수성 및 물의 투과성이 클 경우에는 동절기 물의 동해 등으로 인한 바탕 콘크리트의 손상이 야기되어 건물의 내구성이 저하되는 원인이 된다. 따라서 내투수성 시험을 통해 복합방수 공법이 방수재로서 적합한지 여부를 판단하고자 하였다.

1) 시험 방법

시험체는 KS F 4919에 따라 $\phi 15 \times 4$ cm 크기의 모르타르 시편을 제작하여 21일간 온도 $20 \pm 3^\circ\text{C}$, 상대습도 80%의 조건에서 양생 시킨 후 7일간 기건상태에서 방치한다. 양생이 완료된 시편에 바탕조정재를 균일하게 도포하고, 2시간 후 시트를 부착하여 상온($20 \pm 2^\circ\text{C}$)에서 7일간 양생시킨다. 시험편을 모르타르 투수 시험 장치에 고정시킨 후 3.1kgf/cm²의 수압을 3시간 가한다. 수압을 가한 후 시험 장치로부터 시험체를 꺼내어 2분할한다. 이 때 복합 방수층 아래의 모르타르 밀판에 물이 침투되어 젖어 있는지를 확인한다. 사진 3은 내투수 시험 장면이다.

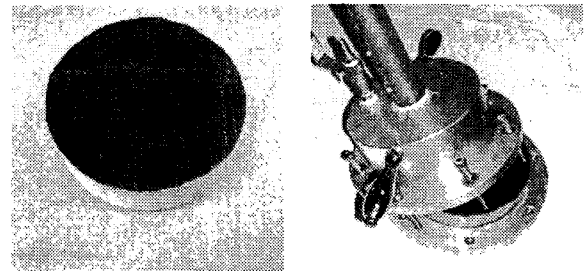


사진 3. 복합 방수재의 내 투수성 시험

2) 시험 결과

복합 방수공법의 시공 재료별 내투수 시험 결과는 표 3과 같다.

표 3. 복합 방수재의 내투수성 시험 결과

	복합방수	조인트 부분	KS 기준
내투수성	투수되지 않음	투수되지 않음	투수유무

위 실험결과에서 알 수 있듯이 복합 방수 공법에 사용되는 시트 방수재 및 두 재료의 복합체 모두 내투수 시험 후 투수가 되지 않았음을 확인 할 수 있다. 이것은 동절기 동해 등에 의해 콘크리트 바닥판의 성능 저하 및 균열 발생으로 인한 열화진행을 차단할 수 있을 것으로 판단되어진다.

4.3 내음쪽 패임 시험

방수재 시공 후 방수층에 외력이 작용하여 방수층의 손상이 발생할 수 있으며, 이러한 손상은 방수재의 성능을 저하시켜 하자 발생의 원인으로 작용한다. 본 시험은 내음쪽 패임 시험을 통해 외력에 대한 복합 방수재의 손상 여부를 판단하고자 한다.

1) 시험 방법

내음쪽 패임 시험은 지름 200mm의 강제 원판에 지름 11.3mm의 강제 원기둥이 3개 설치된 무게 9.0kg의 시험 기구를 이용하여, 시험편을 콘크리트 평판의 평활면 위에 바깥쪽을 위로하여 놓고 24시간 정치한다. 24시간 경과 후 내음쪽 패임 시험 기구를 제거하고 관통 유무를 조사한다.

2) 시험 결과

복합 방수재의 내음쪽 패임 시험 결과는 표 4와 같다.

표 4. 내음쪽 패임 시험 결과

구분	시험결과		
	1	2	3
시트 방수층	구멍발생없음	구멍발생없음	구멍발생없음

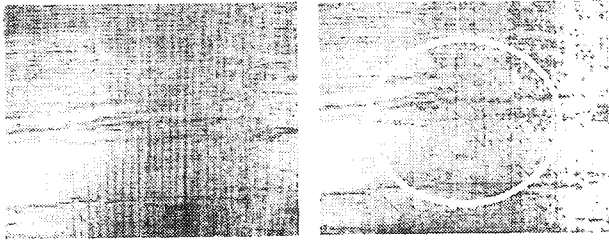


사진 4. 복합 방수재의 내 움푹 시험의 전후 장면

사진 4에서 보듯이 원기둥이 눌린 부분에 물기등을 세운 후 구멍의 관통 유무를 확인하였다. 그 결과 내움푹 패임 시험 후에도 시트에 표면에 구멍이 생기지 않음을 확인 할 수 있었다. 이것은 복합 방수층이 누름 콘크리트 내의 자갈이나 작업도구 등에 의한 손상을 방지할 수 있을 것으로 판단되어진다.

4.4 골재패임 내구성 시험

방수층 시공 후 누름콘크리트 타설 과정에서 골재가 방수재를 손상시켜 방수재로서 요구되는 성능을 확보하지 못할 경우가 발생하게 된다. 본시험은 이에 대한 방수재의 찢김 저항성을 평가하기 위해 골재패임 내구성 시험을 실시하였다.

1) 시험방법

300×300×50mm 크기의 시험용 콘크리트 밀판을 제작하여 표면의 레이턴스 및 이 물질을 제거한 후 복합 방수재를 시공한다. 방수재가 시공된 콘크리트 밀판 위에 내부 체적이 150×150×200mm인 중공 정사각형 철재통을 올려 놓고, 크기 14~22mm 쇄석을 mold 안에 250mm 높이로 채워 넣는다. 쇄석 위에 145×145×30mm의 철판은 간 다음 가압기로 5625Kgf의 하중을 5분간 가압한 후 하중을 제거한다. 그 후 불삼투압 시험 방법을 통해 구멍이 뚫렸는지 여부를 판단하는데, 방수재 윗면에 깔때기를 밀착 시켜 30분 동안 1kgf/cm²의 수압을 가한 후 30분 후의 수위가 시험 시작 시의 수위와 차이가 없는지 비교한다. 그림 7은 골재패임 내구성 시험 현황이다.

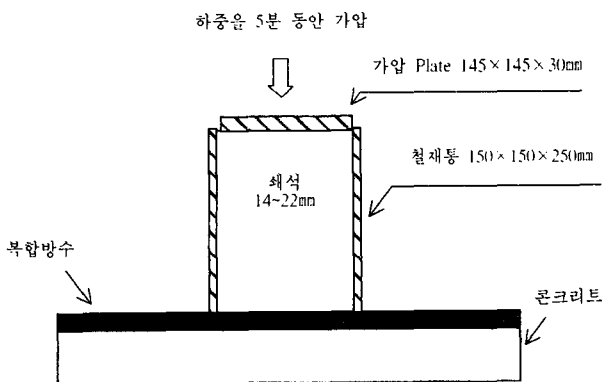


그림 7. 골재패임 내구성 시험

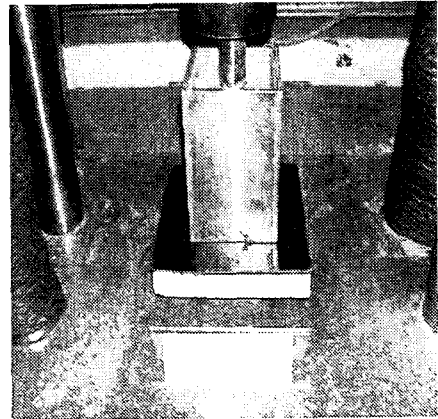


사진 5. 복합 방수재의 골재패임 내구성 시험

2) 시험 결과

복합 방수재의 골재패임 내구성 시험 결과는 표 5와 같다.

표 5. 골재패임 내구성 시험 결과

구분	복합방수층
시험결과	관통되지 않음

시험결과에서 알 수 있듯이 복합 방수재는 골재에 의한 경미한 눌림은 발생하였으나, 복합 방수재에 완전 관입 및 구멍이 발생하지는 않았다.

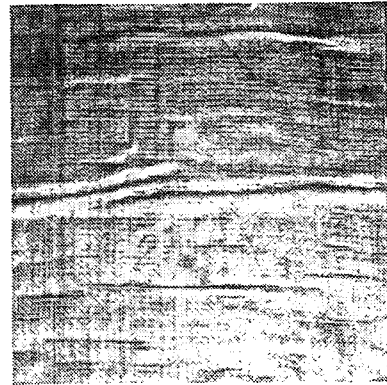


사진 6. 복합 방수재층 골재패임 내구성 시험결과

이러한 결과는 방수층에 누름 콘크리트를 타설하는 과정에서 골재에 의한 침입이나, 작업도구 등에 의한 손상을 방지할 수 있을 것으로 판단되어진다.

4.5 내균열성 시험

기존의 방수재는 시공 초기에는 방수 성능이 우수하게 나타나지만, 시간 경과 후 콘크리트 구조물의 균열과 함께 방수층이 파단되어서 누수가 발생하는 문제점을 가지고 있었다.

시험에서는 복합 방수재가 바탕 콘크리트의 균열에 대한 저항 및 균열 추종성이 있는지를 측정하여 방수재로서의 적합성 여부를 평가하였다.

1) 시험편 제작

40×160×40 mm 휨강도용 모르타르 시험체 위에 복합 방수층을 시공한 후 양생한다.

2) 시험 방법

양생이 끝난 시험체를 온도 20℃ 및 -10℃에서 24시간 정지 후 같은 온도 조건에서 방수층이 밀어오도록 하게 한 후 사진 7과 같이 휨강도 시험 방법과 동일하게 시험체를 장치하고 방수층 반대 면의 모르타르 방향으로 약 0.2mm 폭의 크랙이 생길 때까지 하중 속도를 1 mm/min를 가한다. 그 후 복합방수층의 균열유무를 관찰한다.

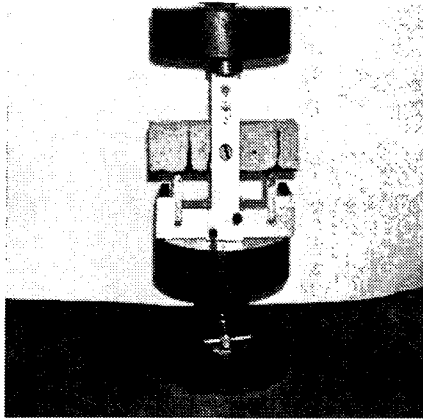


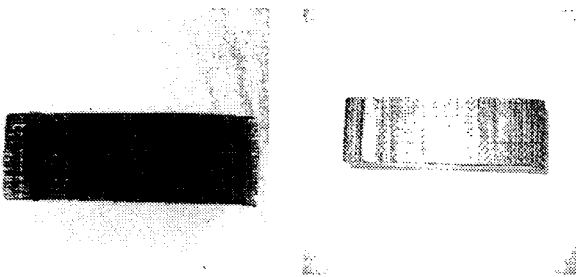
사진 7. 내균열성 시험

3) 시험 결과

복합 방수제의 내균열성 시험 결과는 표 6과 같다.

표 6. 복합 방수제의 내균열성 시험 결과

온도	20℃	-10℃	판단 기준
구분	균열 없음	균열 없음	균열 유무



시험온도 (-10℃) 시험온도 (20℃)
사진 8. 내균열성 시험 결과(복합 방수층)

사진 8과 같이 복합 방수제는 내균열 시험 후 표면에서 간극이나 갈라짐이 발생하지 않았다. 이러한 결과는 복합 방수재시공 후 시간이 경과함에 따라 콘크리트 구조물에 균열이 발생하더라도 방수층의 파단에 따른 하자가 발생하지 않을 것으로 판단되어진다.

5. 결 론

시트 방수층의 접합부에 대한 취약점인 이음매의 형성을 근본적으로 보완하기 위한 삼입형 공법을 적용하여 시트 접합부의 일체화를 확보하는 수밀성을 향상하였을 뿐만 아니라 내충격 및 내마모성을 향상하여 공사기간 단축과 공사비 절감 효과를 기대 할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 국내에서 사용되고 있는 수밀성 시트를 이용한 복합 방수공법에 대한 성능을 명확히 검증하여 구조물의 내구성 향상을 위한 기초적 자료로 활용하며, 다양한 국내외 건설공사의 경쟁력을 확보하고자 한다.

참 고 문 헌

1. Michael T.Kubal, 「Waterproofing ; the Building Envelope」, Mc Graw-Hill, p.30, 1993.
2. 小池迪夫, 全國塗膜防水工事業團休連合會, 「塗膜防水ガイドブック」, 1986.
3. 栗原福次, 日刊工業新聞社, 「高分子材料 フィールツノート(ゴム, プラスチック, 纖維の素顔)」, pp 1~9
4. 한국건설기술원, 건설기술정보센터, 「방수시공 종합 정보집」, 1998.
5. 한국산업규격, KS F 3211, 「지붕용 도막 방수재」.
6. 한국산업규격, KS F 4920, 「외벽용 도막 방수재」.
7. 阪神高速道路 公社 日本材料学会, 「付録II樹脂 ノート」, p.71~78, 1988.