

시트-도막 복합방수공법의 접합부 2면 접착을 통한 분리거동 유도 기술에 관한 기초적 연구

A Fundamental Study on Induction Technology of Separation Behavior Using Two-sided Adhesion of Joint of Composites Waterproofing System

박진상¹ · 이태양² · 김동범³ · 박완구⁴ · 허능회⁵ · 오상근^{6*}

Jin-Sang Park¹ · Tae-Yang Lee² · Dong-Bum Kim³ · Wan-Goo Park⁴ · Neung-Hoe Heo⁵ · Sang-Keun Oh^{6*}

(Received September 15, 2015 / Revised September 21, 2015 / Accepted September 26, 2015)

This study focuses evaluating the efficiency and performance evaluation of composite type sheet-membrane waterproofing method that utilizes a separation behavior inducement system designed to resolve the chronic problems of disintegration and damage of overlap areas of waterproofing layers. As the result of the test, the tensile strength value was at 13.8N/mm and elongation rate at 587% for the separation behavior inducement type specimen, and the compared specimens had 14.2N/mm for tensile strength and 335% for elongation rate. For the separation behavior adhesion method specimen, when tensile stress or displacement occurred, the Zero-Span tension occurrence did not follow, which resulted in that the bottom sheet layer and the top membrane layer did not simultaneously becoming damaged. When undergoing the top and bottom layers were separated through separation behavior due to lack of flexibility, the bottom layer began to damage at the primary stage, and with the allowed boundary the upper membrane layer began to display flexibility and showed continuous displaced resulting in secondary phase damaging.

키워드 : 복합방수공법, 2면 접착, 분리거동

Keywords : Composites waterproofing system, Two sided adhesion, Separation behavior

1. 서론

오늘날까지 방수공사는 수많은 다양한 재료들과 공법들로 발전을 거듭하며 건설구조물에 적용되어왔다. 그러나 여전히 방수공사는 내구성 문제로 인하여 구조물에 많은 하자를 일으키는 취약점으로 작용하고 있다. 방수공사는 그 성능에 있어 재료적, 시공적 영향을 많이 받는 특성을 가지기 때문에 시공단계에서 철저한 관

리가 요구되며, Wi (2004)의 이론에 따르면, 그렇지 못한 경우 대개 시공 후 1~2년 내에 다수의 하자(접합부 파단, 부풀음, 들뜸, 박리 등)가 유발되고 있다. 특히, 접합부의 경우 하자 발생원인 중 가장 큰 비중을 차지하고 있으며, 이러한 접합부 하자요인을 해결하기 위하여 많은 연구가 진행되었으나, 현재까지 이를 근본적으로 해결할 수 있는 재료적, 공법적 대안은 도출하지 못한 실정이다. 한편, Seo and Kim (2004) 등의 이론에 따르면, 우리나라의 옥상

* Corresponding author E-mail: ohsang@seoultech.ac.kr

¹서울과학기술대학교 일반대학원 의공학-바이오소재 융합협동과정 건축프로그램(Convergence Institute of Biomedical Engineering and Biomaterials Program of Architecture, Seoul National University of Science and Technology, Nowon-Gu, Seoul, 136-777, Korea)

²케이엘건설(주), 차장 (Deputy General Manager, KL Waterproof Engineering & Construction Co., LTD, Anyang-si, Gyeonggi-do, Korea)

³엔앤씨파트너스, 선임연구원 (Senior researcher, N&C Partners, Nowon-Gu, Seoul, 136-777, Korea)

⁴엔앤씨파트너스, 선임연구원 (Senior researcher, N&C Partners, Nowon-Gu, Seoul, 136-777, Korea)

⁵엔앤씨파트너스, 연구원 (Researcher, N&C Partners, Nowon-Gu, Seoul, 136-777, Korea)

⁶서울과학기술대학교 공과대학 건축학부, 교수 (Professor, Dept. of Architectural Eng. Seoul National University of Science and Technology, Nowon-Gu, Seoul, 136-777, Korea)

노출 방수 기술 중 시트와 도막을 활용한 복합방수공법(이하, 시트-도막 복합방수공법)은 2000년대 초부터 점차 대두되기 시작하였으며, 현재까지 활발히 적용되고 있다. 하지만, 시트-도막 복합방수공법 역시 앞서 언급한 바와 같이 기존 방수공법에서 문제시 되었던 접합부가 취약점으로 작용하여, 파손과 누수 경로를 형성하는 문제점을 가지고 있다. 이에 문제 해결을 위한 대안으로 기존의 오버랩(Overlap)공법에서 벗어나 맞댐, I형 형태의 접합기술이 개발되어 각 현장에 적용되고 있다. 하지만, Kim (2004)의 이론에 따르면, 이들 기술 역시 콘크리트 거동에 의해 방수층이 동시파손 (Zero Span Tension*)되는 문제가 빈번히 발생되고 있는 것이 현실이다.

따라서 본 연구에서는 시트-도막 복합방수공법에 있어 고질적으로 발생하고 있는 접합부 파단 및 파손 등의 문제를 해결하기 위한 기초적 연구로서 Bond Breaker 개념의 적용을 통한 상부 도막과 하부 시트 사이에 절연층을 확보하는 2면 접착기술로 접합부의 분리거동이 가능한 공법을 개발하여, 구조물 균열 거동 발생 시 방수층의 동시파단 방지 가능 여부에 대한 평가를 수행하였다.

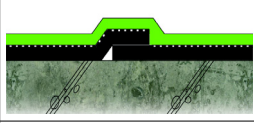
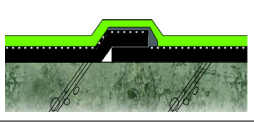
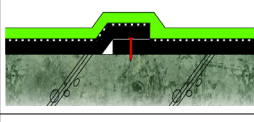
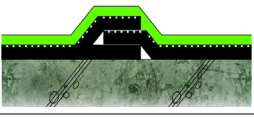
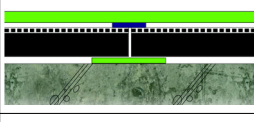
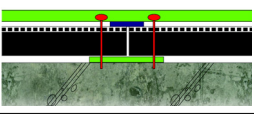
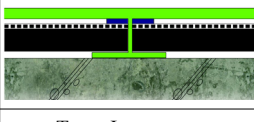
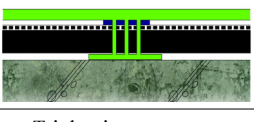
2. 이론적 고찰

2.1 복합방수공법의 접합부 형태별 분류

현재 일반적으로 적용되고 있는 시트-도막 복합방수공법의 접합부 유형은 Table 10에 나타난 바와 같이 크게 두 가지로 나눌 수 있다. 첫째, 시트와 시트를 일정 면적 겹치는 형태의 Over lap 구조, 둘째, 시트와 시트를 맞대는 형태의 맞댐 구조가 있다. 과거 시트와 시트 가장자리를 50~100mm 정도 Over lap 하는 구조적 형태가 대부분을 차지하고 있었으나, 2000년대 초 다양한 기술개발을 통해 시트 가장자리를 기계식 고정 즉, 고정 못을 사용하여 콘크리트 바탕면과 고정하는 방식, 시트와 시트를 맞댄 상태에서 그 위에 유리섬유 직·포와 도막층을 이루는 형태, 시트와 시트를 맞댄 상태에서 상·하 방면에 도막층을 이루는 형태, 시트 가장자리에 일정 간격으로 구멍 뚫린 시트를 서로 맞댄 상태에서 일정 간격을 유지하고, 시트의 상·하 방면에 도막층을 이루는 형태 등이 개발되어 적용되어 왔다.

이러한 접합부 처리 방식은 지금까지 다양한 형태의 변화를 가지며, 발전을 거듭하여 왔다. 지금까지의 접합부 처리 기술에 대한

Table 1. Classification of joint structure

Over lap joint		
	General structure	Reinforcement structure
		
	Mechanical structure	Grip structure
Butt joint		
	General structure	Mechanical structure
		
	Type I structure	Triple rivet structure

기술적 동향을 살펴보면 대부분의 기술들이 접합부의 파손을 방지할 목적으로 콘크리트 바탕면과 전면 접착 방식을 가지며, 강한 접착력을 가질 수 있도록 별도의 고정 못을 사용하거나, 유리섬유 직포를 시트와 도막층 사이에 보강 형태로 적용하여, 접합부의 들뜸, 박리, 박락, 찢김 등과 같은 하자문제를 해결할 수 있도록 고안되었다.

2.2 복합방수공법의 접합부 파단원인 분석

우리나라의 방수공사는 2000년대 이후 도막과 시트를 복합화한 복합방수공법으로 대변되며, 콘크리트 바탕면과 전면 접착 형태를 이루거나, 또는 콘크리트 바탕면과 절연 구조를 가진 형태의 접착 방법이 주를 이루어 왔다. 또한 접합부 처리 방법에 있어서도 앞서 언급한 바와 같이 시트와 시트의 가장자리를 겹치는 형태의 Over lap 구조, 시트와 시트를 상호 맞대는 형태의 맞댐 구조 등 다양한 접합부 처리 방법이 제안되고 있다. 그럼에도 불구하고, 현재 개발된 복합방수공법은 일반부에 비해 접합부에서 찢김, 파단과 같은 하자가 빈번히 발생되고 있다. 이는 모든 기술들이 전면 접착 형태, 또는 절연 구조를 이루더라도 접합부 처리 방법에 있어 접합부의 하부측은 콘크리트 바탕면과 접착되어 있거나, 또는 좌·우측 도막재, 상부측 도막재가 접착되어 있어, 상호간 구속하는 형태의 3면 접착 방식을 취함에 따라 무절점 인장응력(Zero Span Tension) 발생 시 콘크리트 파손과 동시에 접합부가 파단되는 형

*Zero span tension : 방수층이 바탕의 균열 등에 의해 국부적으로 인장되어서 크게 늘어나는 것. 건축용어사전, 현대건축관련용어편찬위원회, 2011.1.5., 성안당.

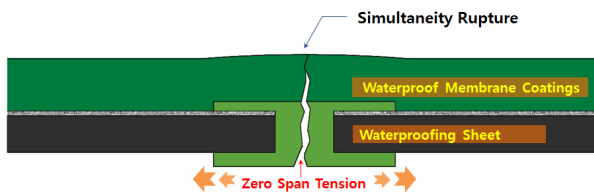


Fig. 1. Simultaneity rupture by zero span tension

태가 가장 큰 요인으로 언급되고 있다.

즉, 복합방수공법의 접합부 파손 원리를 살펴보면 첫째, 절연 구조를 이룬 복합방수공법의 접합부 처리 방식은 기술 전반적으로 절연 구조를 이룬 것처럼 보이지만, Fig. 1과 같이 실제 접합부 처리 방식은 전면 접착 형태를 취하고 있다. 이때 콘크리트 바탕면으로부터 발생하는 수축·팽창, 구조물 거동 등에 의해 발생하는 응력 하중은 전면 접착을 이룬 접합부에 직접적인 영향을 미치게 되고, 이때 무절점 인장응력(Zero Span Tension)과 같은 응력이 작용하게 되면, 접합부가 버티지 못하고 찢기거나, 파단되는 형태의 하자 유형이 나타나게 된다. 둘째, 콘크리트 바탕면과 시트층, 도막층이 모두 전면 접착으로 하나의 층을 구성하고 있기 때문에 재료간 발생하는 수축팽창 즉, 이질재료간 열팽창계수가 서로 달라 하절기(夏節期), 동절기(冬節期)를 거치면서 인장응력과 압축응력이 반복적으로 상호 작용하여, 방수층 전체의 피로 현상을 유발하고, 이러한 피로 현상은 무절점 인장응력(Zero Span Tension)시 접합부가 파손되는 등 접합부의 손상을 유발한다.

3. 접합부 2면 접착을 통한 분리거동 기술

3.1 원리

기존 복합방수공법의 접합부 3면 접착(바탕면과 접착 : 1면, 시트+도막간 접착 좌측 : 2면, 우측 : 3면)에서 발생하는 응력변위, 즉, 콘크리트 바탕면으로부터 발생하는 거동에 따른 응력하중, 이질재료간 발생하는 수축·팽창은 전·후 사방으로 구속된 접합부의 파손을 유발한다. 접합부의 파손은 누수 문제의 가장 근본적인 이유가 된다.

따라서 본 연구에서는 지금까지 문제시 되었던 접합부의 파손을 방지하고, 보다 안정적이며 진보된 개념의 접합부 처리 기술을 다음과 같이 제안하고자 한다. 기존 접합부 처리 방법은 모두 3면 접착 형태를 취하고 있다. 이러한 접합부 처리 방법은 모든 응력이 접합부로 집중되며, 이로 인해 접합부의 잔갈림, 찢김 등과 같은 파손 문제가 발생된다. 이에 접합부 3면 접착을 방지하고, 2면 접

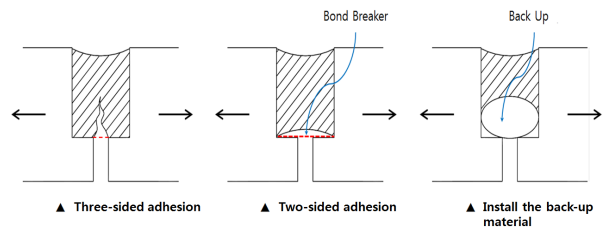


Fig. 2. Diagram of bond breaker

착(시트+도막간 접착 좌측 : 1면, 우측 : 2면) 분리 거동형 기술을 적용, 콘크리트 바탕면으로부터 발생하는 집중 응력을 최소화하고, 응력 전달 시 시트층과 도막층의 상호 분리 구조로 무절점 인장응력(Zero Span Tension)에 의한 접합부 동시(완전) 파단을 방지할 수 있다. 또한, 접합부는 단순히 재료간 발생하는 수축·팽창에 대해서만 직접적인 영향을 받도록 계획하였다.

본 연구에 적용된 접합부 2면 접착 분리 거동형 기술은 건축에서 사용되고 있는 본드 브레이커(Bond Breaker)의 개념적 원리를 기반으로 한 아이디어로 접합부 처리 방법에 있어, 이를 착안하여 도입한 것이다.

본드 브레이커(Bond Breaker)란, U자형 줄눈에 충전하는 실링재를 줄눈 밑면에 접착시키지 않기 위해 붙이는 절연부재를 말하는 것으로, 3면 접착에 의한 파단을 방지 위해 사용되며, 백업(Back-up)재는 본드 브레이커를 겸용한다. 이러한 본드 브레이커, 백업재는 주로 건축에서 창호, 실링공사나 PC 구조(Precast Concrete Structure)의 접합부에 사용되고 있으며, 그 목적은 실링재의 3면 접착을 방지하여, 구조물의 거동과 재료간 신축·팽창으로 인한 파단 및 파손을 예방하는데 있다.

본 연구의 접합부 2면 접착을 통한 분리 거동형 기술은 시트재와 도막재간 접합부 처리에 있어, 접합부를 중심으로 시트와 도막재 사이에 폭 55mm 분리 거동형 신축부재를 적용, 시트와 도막재간 박리·박락(W : 55mm 구간)된 구조를 이루고, 해당 구간을 제외한 나머지 구간은 전면 접착되는 형태(접합부 기준 좌, 우측 2면)로 구성된다.

이러한 접합부 처리 기술은 Fig. 3과 같이 접합부에 일정 인장응

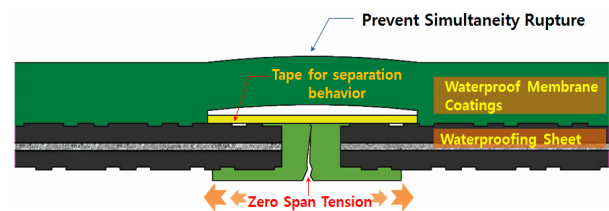


Fig. 3. Prevent simultaneity rupture

력이 작용될 경우, 시트와 도막재 사이가 분리 거동형 신축부재에 의해 박리·박락되어, 콘크리트 바탕으로 부터 발생하는 응력하중이 도막재까지 직접적으로 전달되지 않으며, 또한, 재료간 열팽창 계수가 서로 다르더라도 물리적으로 분리되어 있기 때문에 서로 다른 수축·팽창에 따른 피로 현상을 사전에 방지할 수 있다. 특히, 인장응력이 발생되더라도 분리 거동형 신축부재를 통한 변위 허용 구간 폭 55mm를 적용, 도막재의 본연의 신장 특성을 나타낼 수 있어, 접합부의 찢김, 파단 등과 같은 파손을 방지할 수 있다.

3.2 분리거동 신축부재의 적용 조건

복합방수공법의 접합부 처리 기술에서 3면 접착이 아닌, 2면 접착을 구현하기 위해서 분리 거동형 신축부재가 가져야할 요구조건은 첫째, 하부 시트재와 상부 도막재 간의 접착을 방지할 수 있어야 하며, 둘째, 분리 거동형 신축부재에 도막재 도포시 단차가 발생하지 않고, 도막재의 흐름성에 영향을 주지 않는 재료여야 한다. 셋째, 분리 거동형 신축부재 시공 시 시공자의 효율성을 확보할 수 있어야 한다.

이에 분리 거동형 신축부재의 요구 조건에 부합할 수 있는 재료로 본 연구에서는 절연성을 가지는 실리콘 코팅 처리된 특수 테이프를 소재로써 선정하였다. 선정된 신축부재의 경우 이형적(離型的) 특성을 바탕으로 하부 시트재와 상부 도막재간의 접착을 방지하며, 이를 바탕으로 상부 도막재가 도포될 경우 재료적 용해나 변형을 일으키지 않는다. 또한, 분리 거동형 신축부재를 박막(Thin Film, 薄膜)의 두께로 한정하여 적용하기 때문에 상부 도막재의 단차가 발생하지 않으며, 시공 효율성을 확보하기 위해 신축부재의 하부를 접착 테이프 형태로 적용하여, 작업자의 숙련도에 따른 시공 품질 편차를 최소화할 수 있다.

또한, 분리 거동형 신축부재는 그 사용 폭에 따라 접합부의 물성이 서로 다른 추이를 갖기 때문에 적정 폭 선정도 매우 중요하다. 이를 검증하기 위해 분리 거동형 신축부재의 폭 30~80mm를 대

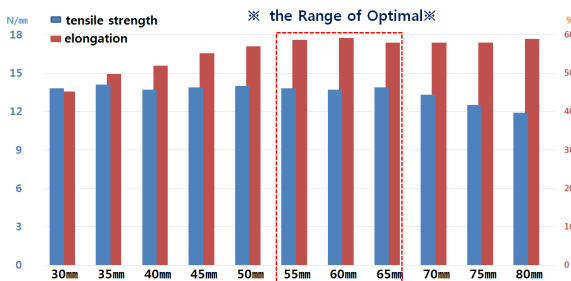


Fig. 4. Tensile strength & elongation of tape for separation behavior by width

상으로 인장강도와 변위 가능 범위를 검증하였다. 그 결과 Fig. 4와 같이 인장강도의 경우 신축부재의 폭 65mm 이후부터 점차 감소하는 현상을 가지며, 신장률의 경우 신축부재의 폭 55mm까지 점차 증가하는 추세를 보이다가 일정한 추이를 나타내는 것을 알 수 있다.

따라서 본 결과를 바탕으로 분리 거동형 신축부재의 폭 55~65mm 까지 가장 높은 물성 추이를 가짐으로 경제성을 고려하였을 때 폭 55mm가 가장 합리적일 것으로 판단하였다.

4. 기술의 유효성 검증 및 성능평가

4.1 범위

본 연구에서는 수평 슬래브에 적용되는 복합방수공법으로 합성고분자계 시트 방수재 중 상부에 160~170g/m²의 부직포가 Laminated된 염화비닐시트와 폴리우레탄 고무계 1류 도막재가 복합된 공법 즉 시트-도막 복합방수공법을 대상으로 하였다. 또한, 시트-도막 복합방수공법의 접합부는 시트와 시트를 겹치는 오버랩 조인트 방식이 아닌, 시트를 서로 맞댄 후 부직포를 적용하지 않고 도막재를 도포함으로써 시트의 연속성을 확보하는 접합부 형태(이하 맞댄 조인트 방식이라 함)로 성능검증 범위를 정하였다.

4.2 실험 계획

본 연구의 접합부 처리 방법에 따른 기술적 원리를 검증하기 위해 아래 Table 2와 같이 비교 대조군으로 기존기술 중 맞댄 접합을 가지며, 1형 구조를 가진 접합부를 선정하였으며, 관련 규격으로는 KS F 4911에서 정한 접합부 인장성능 시험방법을 기본방법으로 인용*하여, 검증을 실시하였다.

Table 2. Test plan

Classify	Shape of Joint	Test item	Standards
Main specimen	Separation behavior joint	Tensile strength	KS F 4911
Comparison specimen	Type I butt joint		

4.3 실험 재료

4.3.1 염화비닐시트(PVC)

본 연구에 사용된 시트방수재는 합성고분자계 시트 중 염화비

*현재 복합방수공법을 평가할 수 있는 상세규격이 제정되지 않아 유사 규격 인용.

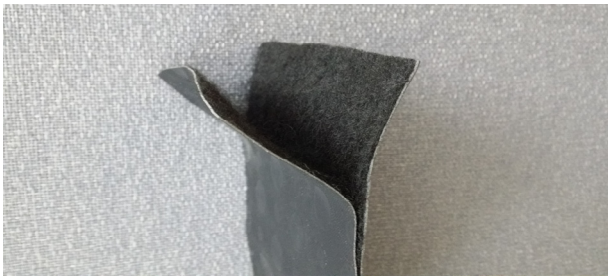


Fig. 5. Synthetic Polymeric Sheet(PVC)

Table 3. Properties of PVC

Test item		Unit	Test result		standards
			length	width	
Tensile Performance	tensile strength	N/mm	13	12	KS F 4911 : 2007
	elongation	%	174	178	
tear strength		N	71	67	
Temperature relativity	tensile strength	60℃ N/mm	7.0	6.1	
	elongation	-20℃ %	31	25	
Heating stretch performance		mm	0.4	-3.6	

닐시트로써 Fig. 5과 같이 그 구성은 160~170g/m²의 부직포를 중심으로 그 상·하부에 시트를 합지(Laminated)한 형태로 구성된 재료를 사용하였고, 본 시트는 KS F 4911-“07” 『합성고분자계 방수시트』의 염화비닐수지 일반복합형의 품질기준에 만족하는 것을 사용하였다. 재료적 물성은 Table 3과 같다.

4.3.2 폴리우레탄 고무계 1류

본 연구에 사용된 도막방수재는 KS F 3211-“08” 『건설용 도막방수재』의 폴리우레탄 고무계 1류의 품질기준에 만족하는 것을 사용하였다.

사용된 폴리우레탄 도막방수재의 재료적 물성은 다음 Table 4와 같다.

Table 4. Properties of polyurethane coatings

Test item		Unit	Test result	standards	
Tensile Performance	tensile strength	N/mm ²	3.6	KS F 3211 : 2008	
	elongation	%	655		
	tensile product	N/mm	475.1		
tear strength		N	18.6		
Temperature relativity	tensile strength ratio	60℃	%		62
		-20℃	%		323
	elongation	60℃	%	261	
		-20℃	%	556	
Heating stretch performance		mm	0		

4.4 시험체 제작

본 연구를 위한 시험체는 폭 100mm, 길이 100mm로 재단한 합성고분자계 시트 2개를 약 5mm 이격하여 맞댐 형태로 위치한 후 상·하부에 폴리우레탄 도막방수재를 도포하여 제작하였으며, 제작 완료된 시험체는 폭 100mm, 길이 205mm 크기이다. 본 연구 대상 시험체와 비교 시험체의 차이는 본 시험체의 경우 Fig. 6과 같이 분리거동형 신축부재 적용을 통해 2면 접착을 형성한 것이며, 비교시험체의 경우 Fig. 7과 같이 3면 전면 접착 형태로 제작하였다.

도막의 두께는 단면 도포의 경우 2.0±0.1mm로 도포하였으며, 도막재 도포 후 양생시간은 168시간으로 하였다.

4.5 시험 방법

2면 접착 기술을 통한 분리 거동형 조인트 방식의 기존 3면 접착

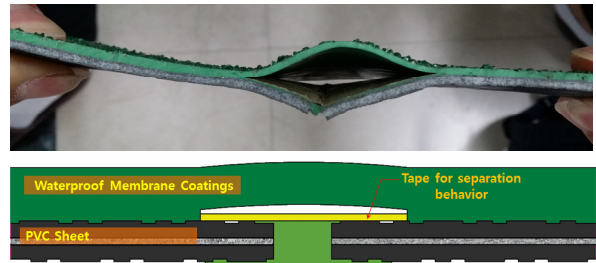
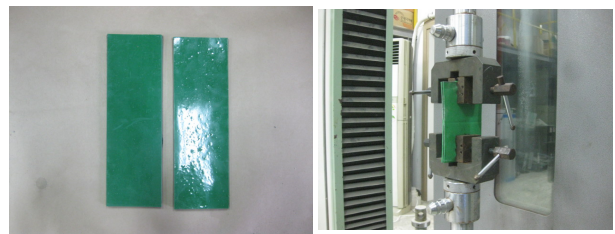


Fig. 6. Separation behavior of joint



Fig. 7. Three-sided adhesion of joint



a) Specimen b) Status of test

Fig. 8. Status of test

방식 대비 안정성 및 성능 향상 정도를 평가하기 위하여 인장강도를 통한 성능 비교를 계획하였으며, 이를 위하여 KS F 4911-“2012” 『합성 고분자계 방수 시트』의 인장성능 시험을 준용하여 시험을 실시하였다.

시험체를 특수 제작된 지그에 고정시키고 인장 속도 200mm/min 로 시험체의 접합부가 완전히 파단될 때까지 인장하중 최대강도(N)를 측정하였다. 이 때 두 시험 군에 대한 인장시험 전 과정에 걸쳐 파단 양상 및 강도 변화, 변형률을 근거로 하여 인장성능을 분석·평가하였다.

각 형태별 시험체와 인장성능 시험 현황은 다음 Fig. 8과 같다.

4.6 시험 결과

시험 결과, 다음 Table 5와 같이 3면 접착방식의 비교 시험군 접합부의 인장강도의 경우 14.2N/mm, 신장률 335%로 확인되었고, 본 연구 대상인 분리 거동형 접합부의 경우 인장강도는 13.8N/mm, 신장률 587%로 확인되었다. 이러한 결과는 3면 접착 방식의 경우, 모든 재료가 구속되어있는 형태로 구성되어 있음에 따라 강도적 측면에서 본 연구 대상에 비해 높은 결과가 나온 것으로 판단하였다.

4.6.1 비교시험군 접합부 파단 양상 분석

강도적 측면에서는 다소 높은 수치를 나타낸 비교시험군의 3면 전면 접착방식의 경우 Fig. 9에 나타난 바와 같이 인장응력 및 변위 발생 시 구속조건에 의해 하부 시트 및 상부 도막재가 동시 파단되는 양상을 확인할 수 있다. 이는 무절점 인장응력(Zero-span tension)의 전형적인 발생 양상이므로 현재 복합방수공법에서의 접합부 파단 하자발생의 가능 큰 원인이라 할 수 있다.

Table 5. Test result

Classify	Tensile strength (N/mm)	Elongation (%)
Main specimen	13.8	587
Comparison specimen	14.2	335



Fig. 9. Occurrence of simultaneity rupture

4.6.2 분리 거동형 접합부 파단 양상 분석

반면, 본 연구 대상인 분리 거동형 접합부의 경우, Fig. 10에 나타난 바와 같이 검증 결과 인장응력 및 변위가 발생하였을 때 무절점 인장응력(Zero-span tension)이 발생하지 않음에 따라 하부 시트층과 상부 도막층이 동시에 파단되지 않고, 하부 시트층과 상부 도막층이 분리거동 신축부재에 의해 분리되면서 하부 시트층부터 순차적으로 1차 파단되고, 변위 허용 구간에 들어서면서 상부 도막층이 본연의 신축성을 나타내며, 지속적인 변위를 나타내다가 일정 변위 구간에서 2차적으로 파단되는 특성을 나타내는 것을 확인할 수 있었다.

4.6.3 시험체별 허용변위 비교분석

앞서 언급한 바와 같이 비교시험군인 3면 접착방식의 1형 접합부의 경우, 모든 재료가 서로 구속하고 있는 형태를 취하고 있기 때문에 인장강도 측면에서 높은 강도를 나타내는 것은 당연한 결과 추이로 판단된다. 다만, 이와 반대로 3면 접착방식 기술의 경우 상호 구속된 형태를 취하고 있기 때문에 무절점 인장응력이 발생 되었을 때 시트·도막이 동시에 파단되는 형태를 나타내는 것을 알 수 있었다. 아래 Fig. 11의 응력-변위 그래프를 확인해 보면, 비교시험군은 시험 중 최고 강도 기록 후 즉시 동시 파단됨에 따라



Fig. 10. Prevent simultaneity rupture

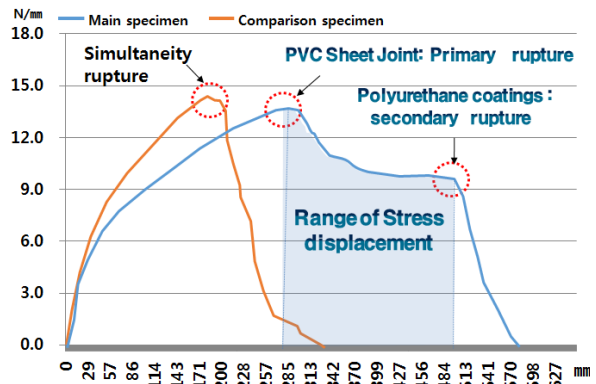


Fig. 11. Stress and displacement relationship

응력 및 변위 모두 급격히 감소하는 것을 확인할 수 있다.

분리 거동형 기술이 적용된 본 연구 대상의 접합부는 비교시험군 대비 인장강도 측면에서 다소 저하되는 특성을 나타내는 것을 알 수 있으나, 접합부의 하부 도막 파단 시 상부 도막과 시트 사이의 절연층(분리 거동형 신축부재)에서 서로 구속되지 않고 서로 분리되는 형태에 의해 서로 다른 변위를 나타내며, 접합부의 전체가 파단되지 않고, 상부 도막은 유지되는 특성을 나타내게 된다. 따라서 허용변위 구간이 발생하게 되며 이 구간에서는 방수능력이 지속적으로 유지됨에 따라 안정적인 방수층의 형성이 가능할 것으로 판단된다.

5. 결론

본 연구는 시트-도막 복합방수공법에서의 고질적인 접합부 파단 하자를 해결하기 위한 목적으로 고안한 접합부 2면 접착을 통한 분리거동 유도 기술의 적용에 있어 기술의 유효성 및 성능검증을 목적으로 진행하였으며, 아래와 같은 결론을 도출하였다.

1. 3면 접착 방식의 경우 구조물 균열 거동 시 방수층 파단 우려가 클 것으로 실험을 통해 판단하였으며, 재료 자체가 보유한 기본 물성(신장률 등)이 발현되지 못함에 따라 재료적 측면에서의 개선은 어려울 것으로 판단하였다.
2. 본 연구 결과 3면 접착형 복합방수공법과 분리거동형 복합방수공법의 파단형태 및 인장성능을 비교하였을 때, 3면 접착형 복합방수공법은 인장강도 14.2N/mm, 신장률 335%로 확인되었고, 분리거동형 복합방수공법의 경우 인장강도는 13.8N/mm, 신장률 587%로 확인되었다. 이는 분리거동형 복합방수공법의 하부 도막 파단 시 상부 도막과 시트사이의 절연층에 의해 접합부 전체가 파단 되지 않고, 상부 도막에 의해 신장률이 높아진 것으로 판단된다.
3. 분리거동을 유도하기 위한 분리거동 신축부재의 경우 인장응력 발생 시 시트 방수층과 도막 방수층을 효과적으로 분리함에 따라 기능적 측면에서의 성능이 검증된 것으로 판단하였다.
4. 시트-도막 복합방수공법에서의 2면 접착의 구현 시 변위허용 범위가 극대화됨에 따라 무절점 인장응력(Zero span tension)의 발생을 근본적으로 차단하여 방수층의 동시 파단 현상을 효과적으로 방지하는 것을 실험을 통해 확인함에 따라 현장 적용 가능성을 확인할 수 있었다.

본 연구의 2면 접착기술을 이용한 분리거동형 접합부 조성 기술

은 복합방수공법에 있어 기존 방수층의 동시파손 문제를 효과적으로 감소시킬 수 있을 것으로 판단된다. 또한, 콘크리트 구조물의 용도 상 미세 거동 응력, 재료 간 수축·팽창이 발생할 경우 신축 거동이 가능함에 따라, 이를 상쇄(흡수)할 수 있어 효과적인 대응이 가능할 것으로 판단된다.

다만, 본 연구에서는 기능적 측면에 성능검증만을 목적으로 진행함에 따라 다양한 환경(화학적 침식, 온도 변화 등)에서의 내구성 측면의 검토를 진행하지 못한 것이 한계이다. 따라서 향후 내화학적 시험 등 기타 물성 및 내구성에 관련한 추가시험이 필요할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부 건설신기술 제 766호, 케이엘건설 주식회사 지원에 의해 수행되었습니다.

References

- Go, G.W. (2012). Research on Change of Tensile Strength with Joint Distance and Form in the Roof Composite Waterproofing Method for Synthetic Polymer Waterproofing Sheet, Academic Thesis, Seoul National University of Science and Technology, Korea [in Korean].
- Jung, C.P., Song, J.Y., Lee, S.G., Oh, S.G. (2009). An Experimental Study on the Application for High Pressure Spray by Heat Cycle Type Equipment to Improve Work Safety and Workability of Asphalt Waterproofing Method, The Korea Institute of Building Construction, **1(9)**, 33-39 [in Korean].
- Kim, J.S. (2007). An Experimental Study on the Non-Exposure Composite Waterproofing Method Used Adhesion Liquid and Sheet Integrate Waterproofing Material, Academic Thesis, Seoul National University of Science and Technology, Korea [in Korean].
- Kim, S.G. (2004). A Study on the Estimation of Joint Performance According to Jointing Methods of Sheet Membrane Waterproofing Systems, Academic Thesis, Seoul National University of Science and Technology, Korea [in Korean].
- Kwon, Y.H. (2008). A Study on the Development of a New Construction Method for the Enhancement the Efficiency of

- Sheets Waterproofing Technology, Academic Thesis, Yeungnam University, Korea [in Korean].
- Lim, S.H., Lim, B.H. (2005). A Fundamental Study on the Optimum Performance of the Architectural Hybrid Waterproofing Systems, The Korea Institute of Building Construction, **2(5)**, 123-130 [in Korean].
- Oh, S.G., Kwak, G.S., Bae, G.S. (2006). A Study on the Evaluation of Tensile Strength According to Jointing Methods of the Sheet in Composites Waterproofing System, Architectural Institute of Korea, **8(22)**, 61-67 [in Korean].
- Seo, W.I., Kim, S.Y., Kwak, G.S., Oh, S.G. (2004). A Study on Complex Waterproofing Method Using Part of Joint Water-tightness Improved Sheet, The Korea Institute of Building Construction, **7**, 1-6 [in Korean].
- Wi, T.W. (2004). A Study on Non-exposure Composition Waterproofing Construction Method of Adhesive Disconnection Type Using Embossing PVC Sheet, Academic Thesis, Seoul National University of Science and Technology, Korea [in Korean].

시트-도막 복합방수공법의 접합부 2면 접착을 통한 분리거동 유도 기술에 관한 기초적 연구

본 연구는 시트-도막 복합방수공법에서의 고질적인 접합부 파단 하자를 해결하기 위한 목적으로 고안한 접합부 2면 접착을 통한 분리거동 유도 기술의 적용에 있어 기술의 유효성 및 성능검증을 목적으로 진행하였다. 이를 위해 비교 시험군으로서 3면 접착 기술이 적용된 1형 접합부를 선정 및 제작하여 연구 대상 기술과 인장성능 및 신장률 평가를 진행하였다. 평가 결과, 3면 접착방식의 비교 시험군 접합부의 인장강도의 경우 14.2N/mm 신장률 335%로 확인되었고, 본 연구 대상인 분리 거동형 접합부의 경우 인장강도는 13.8N/mm 신장률 587%로 확인되었다. 이러한 결과는 3면 접착방식의 경우, 모든 재료가 구속되어있는 형태로 구성되어 있음에 따라 강도적 측면에서 본 연구 대상에 비해 높은 결과가 나온 것으로 판단하였다. 또한 본 연구 대상인 분리 거동형 접합부의 경우, 인장응력 및 변위가 발생하였을 때 무절점 인장응력(Zero-span tension)이 발생하지 않음에 따라 하부 시트층과 상부 도막층이 동시에 파단되지 않고, 하부 시트층과 상부 도막층이 분리거동 신축부재에 의해 분리되면서 하부 시트층 부터 순차적으로 1차 파단되고, 변위 허용 구간에 들어서면서 상부 도막층이 본연의 신축성을 나타내며, 지속적인 변위를 나타내다가 일정 변위 구간에서 2차적으로 파단되는 특성을 나타내는 것을 확인할 수 있었다.