

# TPO 시트재와 유도가열공법을 적용한 고내풍성 지붕마감 공법

## The Roofing System of High wind-Resistant Performance using Thermoplastic polyolefin and Electromagnetic Induction Technology

최 희 복\*      신 윤 석\*      최 진 철\*\*      이 보 형\*\*\*      강 경 인\*\*\*\*  
 Choi, Hee-Bok      Shin, Yoonseok      Choi, Jin-Cheol      Lee, Bo-Hyeong      Kang, Kyung-In

### Abstract

Strong winds according to global warming cause the increase of the frequency and the repair cost of damaged roofs. In the United States, Factory Mutual Insurance Company(FMIC) promotes the roofing design that resists heavy wind-load, as the means of strict criteria. This fact reveals that more durable roofing system will be also required in Korea. Therefore, this study aims at developing such a system with high wind-resistance performance using Thermoplastic polyolefin(TPO) and Electromagnetic induction technology(EIT) than the previous systems. The system presented in this study consists of 4 main devices as follow; 1) a disc to fix sheets for TPO & EIT method, which can conduct structural design according to site condition, such as region, building height, and wind load. 2) a nail to have about 30% stronger lifting-up capacity than that of the previous nail. 3) a disc to fix sheets, which has triangle protuberance not to damage sheets in the repeatable wind load, and 4) a electromagnetic induction device to combine a disc and a sheet by heating uniformly and quickly adhesive agent on the disc. The results of mock-up test illustrate that the system provides wind-resistant performance to achieve satisfactorily the structural design criteria of FMIC. In addition, the system is faster, chipper, and easier than the existing system, and is expected that this roofing system can be applied to the rehabilitations of an existing as well as a new building.

키워드 : 열가소성폴리올레핀재, 고주파유도가열공법, 고내풍성, 지붕마감공법

Keywords : Thermoplastic polyolefin, Electromagnetic induction technology, High wind-resistant performance, Roofing system

## 1. 서 론

### 1.1 연구의 목적

건축재료와 구조기술의 발달에 힘입어 산업시설물은 대형화, 대공간화 되고 있는 추세이다. 공항, 스포츠시설, 대규모 생산시설을 포함한 산업시설물 지붕공사의 국내 수요량은 약 367만㎡로 전체 지붕공사시장의 50%를 넘는 규모이며, 매년 약 4.1%의 꾸준한 성장세를 보이고 있으며, 2013년에는 약 5,170만㎡<sup>1)</sup>로 성장할 것으로 예측된다.

대형 구조물의 기술적 발전에도 불구하고 아직까지 건축물은 태풍과 같은 자연재해에서 자유롭지 못한 것이 현실이다. 특히, 지붕마감의 잦은 파손을 유발하는 태풍의 경우, 한반도에 영향을 미친 횡수가 1971~2000년의 평균 3.4회에서 1991~2000년 평균 3.8회<sup>2)</sup>로 소폭상승 했으나, 태풍의 강도

는 온난화에 따른 이상 기후로 인해 점점 강력해 지고 있다.<sup>3)</sup> 미국의 경우, 태풍의 풍속이 점점 강해<sup>3)</sup>짐에 따라 미국손해보험사(Factory Mutual Insurance Company)에서는 대형구조물의 풍하중 설계 기준을 최대 195등급(시험풍하중 약 950.78 kgf/m<sup>2</sup> 이며, 이는 높이 20m 이상 건물의 코너부에 발생하는 기본풍속 45m/sec하에서의 압력임)<sup>4)</sup>으로 설정하여 다국적 기업이 미국 내에 건물을 신축하는 경우 강력한 풍하중에 저항할 수 있는 지붕마감을 설계·시공하도록 유도하고 있다.

현재 국내에서 주로 사용되는 기존 지붕마감 공법은 크게 금속형 지붕마감공법(metal roofing)과 시트형 지붕마감공법(sheet roofing)으로 구분된다. 기존에 비주거용 건축물에 주로 사용되었던 금속형 지붕은 대공간-저경사형 건축물의 증가에 따라 큰 하중으로 인한 구조적인 문제와 온난화로 인해 점점 거세지는 태풍에 매우 취약하기 때문에 점차 그 적용이 줄어들고 있다. 반면에 금속 지붕재에 비해 상대적으로 시공이 간단하고 지붕시스템의 하중이 가벼워 구조적으로 유리한 시트 지붕재 마감공법의 적용은 점차 늘어나는 추세이다. 그러나 시트형 지붕공법에서 테이프와 본드를 이용한 접착식 이음방

\* 고려대학교 건축사회환경공학과 박사수로

\*\* (주)원풍 팀장

\*\*\* 두산건설(주) 기술연구소 차장

\*\*\*\* 고려대학교 건축사회환경공학과 교수

법은 이음부분이 쉽게 박리되며, 볼트와 디스크를 이용한 기계식 이음방법은 강한 풍하중으로 인해 시트 고정부위의 찢김 또는 천공현상을 발생시켜 시트의 내구성을 저하시킨다. 기존 시트형 지붕마감공법의 시트이음방식은 모두 강한 풍하중에 취약하여<sup>5)</sup> 재보수 또는 재시공을 통한 유지관리비용이 증가하는 결과를 초래하고 있다. 따라서, 건물이 대형화 되면서 태풍 및 돌풍에 의해 외장재에 작용하는 국부 풍압력은 구조체에 작용하는 평균압력에 비해 그 값이 당연히 크게 고려되어야 하고 또한 설계 및 시공되어야 한다.

본 연구에서는 기존의 시트형 지붕마감 공법에 있어서 내풍성과 내구성을 보완할 수 있는 새로운 시트형 지붕마감 공법을 제안하고자 한다.

1.2 연구의 방법 및 절차

본 연구에서는 내풍성과 내구성의 향상을 위해 기존의 지붕마감 공법의 한계와 문제점을 분석하였다. 그리고 도출된 문제점의 개선을 위하여 TPO와 고주파우도가열공법을 적용한 새로운 지붕마감공법(이하, TPO & EIT 공법)을 제안한다. 그리고 Mock-up test를 실시하여 TPO & EIT 공법의 내풍성, 내구성, 공사기간 등을 평가하여 그 타당성을 검토한다.

2. 기존 공법 고찰

2.1 기존 시트형 지붕마감공법의 적용현황 및 특성

흡접 지붕 즉, 노출형 시트 마감재에 대한 세계 수요 예측보고서<sup>6)</sup>에 따르면 표1과 같이 시트 지붕재에 대한 수요가 전세계적으로 꾸준히 증가하는 것을 알 수 있다.

표 1. 주요국가 시트 지붕재 수요예측 (단위: 백만m<sup>2</sup>)

시장수요		2003	2008	2013	
한국	주거용	신축	11.3	13.8	16.5
		보수	23.9	30.2	37.0
	비주거용	신축	16.6	20.8	25.1
		보수	20.1	23.2	26.6
중국	주거용	신축	445.0	578.0	703.0
		보수	415.0	488.0	579.0
	비주거용	신축	438.0	602.0	828.0
		보수	366.0	437.0	510.0
미국	주거용	신축	445.0	409.0	418.0
		보수	993.0	1094.0	1197.0
	비주거용	신축	168.0	228.0	246.0
		보수	635.0	674.0	729.0

국내의 시트형 지붕마감 공법은 열경화성 수지(Ethlene Propylene Rubber; 이하 EPDM)와 열가소성 염화비닐(Polyvinyl Chlorid; 이하 PVC) 시트재를 주로 사용하고 있으며, 최근에는 열가소성폴리올레핀(thermoplastic polyolefin; 이하 TPO) 시트재를 수입하며 그 사용이 증가하고 있다.

또한, 공법적 분류로는 전면적 부착공법과 기계적 부분고정공법이 있다. 각 시트형 지붕 마감공법의 특징을 정리하면 표2와 같다.

2.2 기존 시트형 지붕마감공법 및 문제점

전면부착공법은 시트재를 시멘트 페이스트, 용융아스팔트, 접착제 등을 전면 접착하는 공법으로 부실시공에 의한 접착불량으로 부풀음 등의 결과를 초래할 가능성이 높다. 또한 그림 1과 같이 태풍과 같은 환경적 요인에 대한 내풍성이 취약하여 파손의 위험성이 크다.

기계적 부분 고정공법은 지붕재 시트를 볼트 또는 앵커 등의 고정구를 이용하여 부분적으로 퍼린(purlin)에 체결하는 공법으로써 해외로부터 규격화된 일정한 너비의 시트를 수입하여 사용함에 따라 중앙부의 인장강도가 낮다. 따라서 그림 2,3과 같이 바람에 의한 부압에 의해 시트의 중앙부위가 들떠 부풀어 오르는 현상이 발생되어 지붕재의 내풍압 및 수밀성 그리고 지지력이 저하된다.<sup>7)</sup>

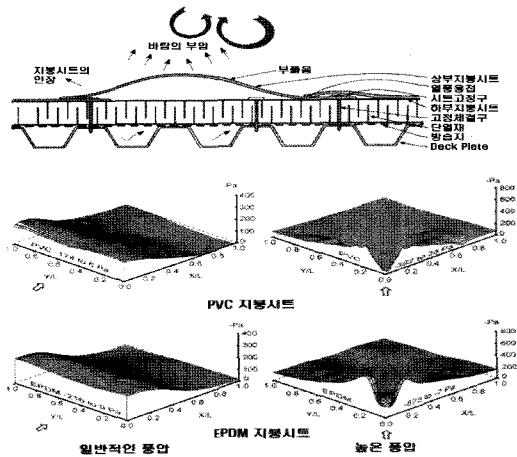


그림 1. 지붕 풍하중 분포

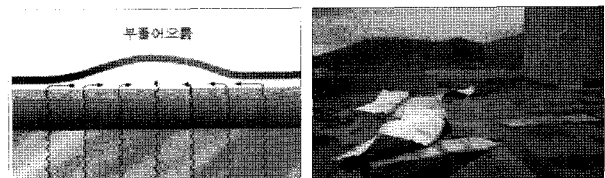
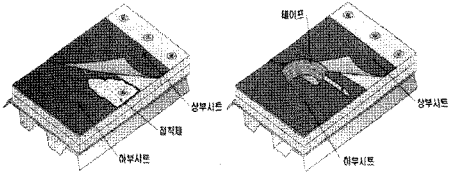
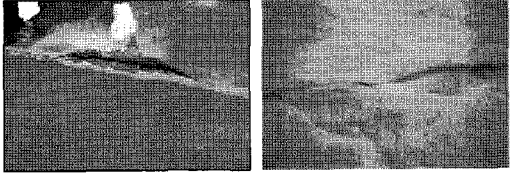
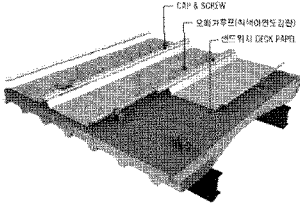
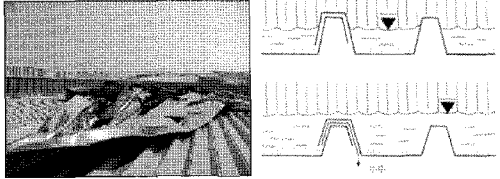
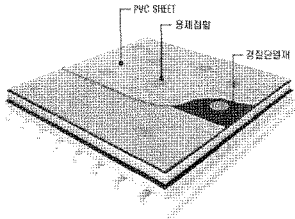
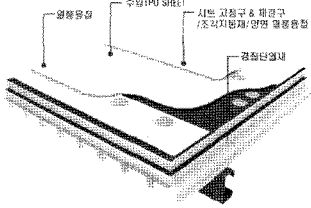
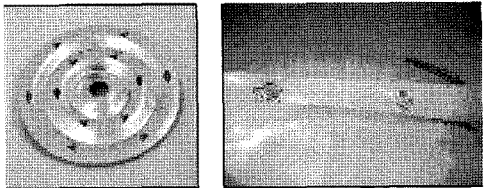


그림 2. 전면접착공법의 부풀음 현상과 태풍피해



그림 3. 강풍에 의한 지붕 마감재의 들뜸 현상

표 2. 기존 시트 지붕 마감재 및 공법 특징

공법	특성	특성
<p>전면 접착 공법</p> <p>EPDM 전면 접착 공법</p>	<p>· 고무류 가황 처리한 이중 합성고무로 접착제에 의한 전면 접착공법</p> 	<p>→ 본드에 의한 접합 덧댐 이음으로 유지보수가 간단하나 본드접합에 의한 이음부 내구성능 저하로 잦은 유지보수가 우려됨</p> <p>→ 유지보수가 간단하다는 장점에 비해 이음 부분의 강도와 내구성이 태풍·돌풍 등의 기후 조건에 크게 취약</p>  <p>시트 박리(좌) 접착부풀음(우)</p>
<p>거말접기 또는 감합형 볼트 고정 금속지붕 공법</p>	<p>· 강판이음은 Clip과 Screw로 접합연결 하고 이음부에 캡 또는 거말저기로 마감하는 공법</p> 	<p>→ 지붕재를 고정하는 방법이 클립으로 바탕면에 고정한 후 캡을 씌워 이음하기 때문에 수밀성 확보와 내풍 설계가 어려움</p> <p>→ 시트재에 비해 중량이 많이 나가고 공법 구조상 폭우시 오버플로우가 발생되어 건물내부로 우수가 유입</p>  <p>태풍에 의한 파손(좌) 오버플로우(우)</p>
<p>기계적 부분 공법</p> <p>PVC 용제접합 공법</p>	<p>· 염소가 기본인 PVC Resin에 각종 혼합물로 구성된 시트로 용제접합으로 고정하는 방법</p> 	<p>→ 용착제 접합과 열풍용접 시 발생하는 연기는 인체에 유해하며 물을 흡수하는 가스제 특성으로 보수작업이 어려우며 용제에 의한 시트 손상 및 물리적강도가 약함</p> <p>→ PVC시트공법의 보강 복합포는 물을 쉽게 흡수하는 특성으로 상·하부 필름을 박리시키며, 미생물에 오염</p>  <p>가스제 이행으로 인한 균열(좌) 및 오염(우)</p>
<p>기존TPO 조각지붕 (Patch) 공법</p>	<p>· TPO 시트로 기계적 공법에 의한 Fastener 고정 방법을 사용하였으며 풍하중에 대응하기 위해 조각 지붕재로 처리된 공법</p> 	<p>→ 열풍용접 부분은 열가스 성능으로 하나의 자재로 일체화 가능하여 원안 공법과 유사하나 시트를 천공한 후 덧대는 방식으로 열풍용접 이음 개소가 많아지고 작업 난이도 높음</p> <p>→ 고정구가 고풍압에 의하여 외부로 이탈되어 지붕재를 구성하는 지지프레임인 강판과 단열재가 파손되며, 기존 가시형 고정구의 가시발에 의하여 단열재 및 지붕재 시트 파손</p>  <p>수입 가시발 디스크에 의한 찢김 현상</p>

### 3. TPO & EIT 지붕마감공법

#### 3.1. TPO & EIT 지붕마감공법의 개요

TPO & EIT 공법은 내구성 및 내후성을 지닌 열가소성 폴리올레핀 합성고분자계 시트와 고인발형 체결구 및 시트를 손상시키지 않는 삼각 가시발형 시트고정구를 개발·적용하여 풍압에 의한 시트재의 손상을 최소화한다[표4참고]. 그리고 TPO & EIT 공법은 지붕마감구조의 내풍압성을 향상시키기 위해 시트재 가운데 고정되는 유도가열고정구와 이를 시트와 일체화시키는 고주파 유도가열기를 사용하여 풍압력의 저항성을 강화시킨 새로운 지붕마감 공법이다[그림8참조].

TPO & EIT 공법에서 시트의 부착방법은 그림4와 같이 단열재 위의 시트와 시트 사이에 고정되는 시트용 고정구와 풍압에 의한 시트의 부풀음을 방지하기 위해 시트 가운데에 고정되는 유도가열용 고정구가 설치된다. 그 후 시트와 시트가 겹쳐지는 부분은 자동 열풍용접기로 열풍용접을 하고 시트 중간에 고정되어 있는 유도가열용 고정구는 유도가열기를 이용하여 시트와 유도가열고정구를 완전 접착하는 것이다.

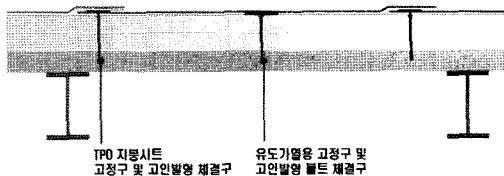
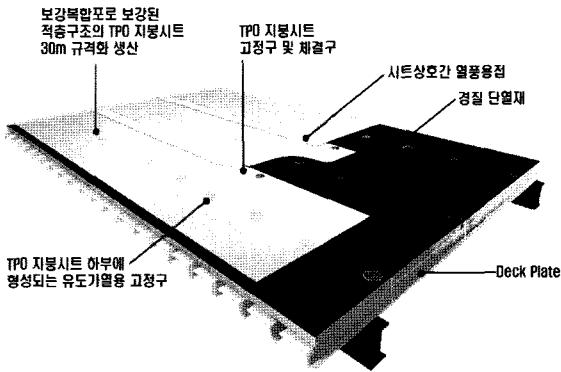


그림 4. TPO & EIT 공법 구성도

#### 3.2. 구성 요소

##### 3.2.1 TPO 시트 지붕재

TPO시트는 상·하부 필름사이에 물을 흡수하지 않는 발수사를 사용하고, 물리적 강도가 높은 보강복합포를 중간재로 사용하는 내구성, 내후성, 수밀성이 강화된 시트재료로써 시트사이의 접착이 열가소성의 특징에 의한 열풍용접이 가능한 이중적층 구조이다.

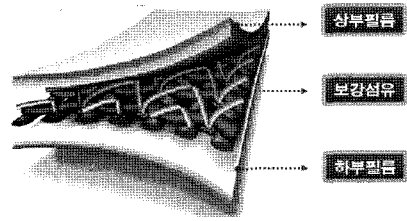


그림 5. TPO & EIT 공법의 TPO시트 구성

##### 3.2.2 고정구 및 체결구

고인발 성능의 체결구는 나사산 간격이 1.2mm로 형성된 치밀한 형상의 다수개의 나사산과 체결구 하부에 형성된 테이퍼 경사면이 제1·제2경사면으로 형성됨으로써 ASTM의 기준을 만족하는 기존 체결구보다 약 30% 높은 성능을 보인다[표3,4 참조].

표 3. 인발성능시험 결과

구분	시험결과 (N)		시험 방법
	기존 TPO공법의 체결구	TPO&EIT 공법의 고인발 체결구	
시험체	굴곡 철판두께		
1	0.7mm	1777	ASTM D1037 -99
2		1920	
3		1709	
4	0.8mm	2227	
5		2170	
6		1855	
7	1.0mm	2814	
8		2975	
9		2735	

또한 TPO & EIT 공법의 고정구는 표4에서 보듯이 삼각 돌기 형태로 돌출된 다수의 돌출부가 형성되어 있어 풍하중으로 인해 시트에 작용하는 인장 및 인열강도에 의한 찢김 및 유동을 방지할 수 있다.

표 4. 고정구 및 체결구의 비교

	기존 공법	TPO & EIT 공법
고정구		
체결구		

##### 3.2.3 유도가열기 및 유도가열고정구

유도가열기의 원리는 가열하려는 물질을 유도자 코일 안에 넣고 전자기장이 전류를 발생시켜 물체를 가열하는 방식이다.

고주파 유도 가열기는 별도의 숙련공이 필요 없이 시공이 간단한 기계로서 기존 기계적 고정공법과 시트 전면 부착공법에 비해 공사기간을 단축시킬 수 있는 장점이 있다.

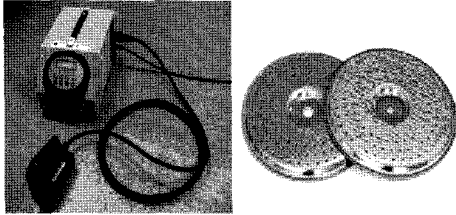


그림 8. 유도가열기 및 유도가열 고정구

TPO & EIT 공법용 고주파 유도가열기는 그림9에서 보듯이 P2지점의 온도가 170℃에 먼저 도달하면 더 이상의 온도 상승 없이 170℃의 온도를 유지하면서 가장자리 부위의 온도가 열전도에 의해 P2지점에 도달 할 때까지 유지시간 보유 프로그램 설정이 가능하여 유도가열고정구와 시트의 접착 성능을 향상시킨다.

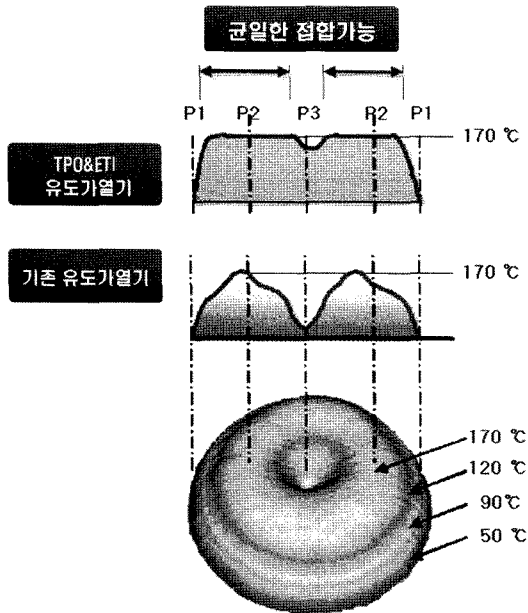


그림 9. 유도가열용 고정구의 온도 분포 비교

#### 4. 시험시공을 통한 현장적용성 분석

##### 4.1 시험시공의 개요

TPO & EIT 공법의 내풍성과 내구성을 평가하기 위해 그림 10과 같이 실사이즈의 시험체를 제작하여 Mock-up시험을 하였다. Mock-up시험의 내용 및 조건은 표5와 같다.

표 5. Mock-up시험시공의 내용 및 조건

내 용	조 건
기존공법과 TPO & EIT 공법의 구조성능 비교	1. 시험체 크기(12'×24') 2. 데크플레이트(폭 600mm, 높이 75mm, 두께 0.8mm) 3. 시트 (폭 1,340mm, 겹침폭 120mm, 두께 1.5mm)

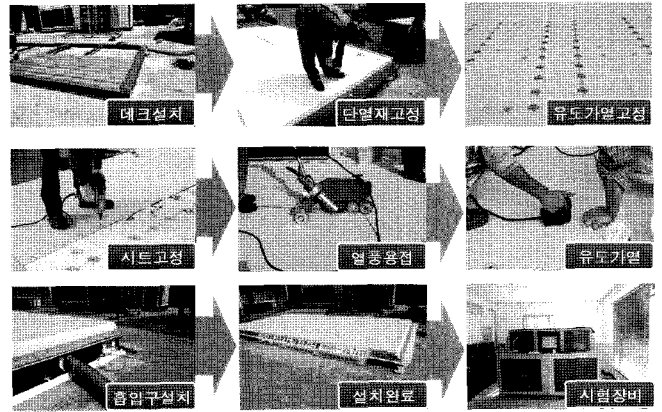


그림 10. Mock-up시험시공 순서

Mock-up시험은 TPO & EIT 공법과 기존 수입 TPO 공법의 부착성능 및 풍하중에 대한 성능을 평가하기 위해 그림 11처럼 A구간(TPO & EIT 공법)과 B구간(기존 수입 TPO 공법)으로 구분하여 설치 및 시험하였다.

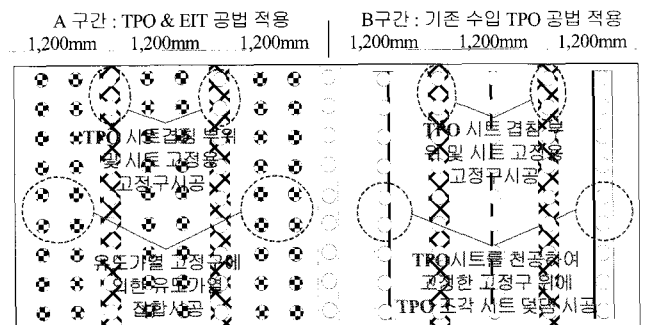


그림 11. 유도가열고정구/체결구와 시트 고정구 설치 도면

시험방법은 FM Class Number 4470; Approval Standard for Class 1 Roof Covers에 따라 시험하였으며, FM사의 기준<sup>8)</sup>에 따라 각 등급마다 최소 1분 이상을 견디면 그 등급을 만족하는 것으로 판단한다.

##### 4.2. 내풍성 및 내구성

그림11에서 보듯이 A와 B구간에서 시트와 시트가 연결되는 부위의 시트 고정구는 동일한 개수가 사용되었지만, 풍압에 의한 시트의 부풀음을 방지하기 위한 시트 중앙부위에 설치되는 시트 고정구는 A구간이 B구간보다 많이 사용되었다. 그리고 표6의 Mock-up시험 결과 TPO & EIT 공법이 기존 수입

TPO 공법에 비해 좀 더 낮은 풍하중에서 시험체가 파손되어 시험이 종료되었으나 TPO & EIT 공법은 시험압력 210psf에서 유도가열 디스크와 시트의 탈착이 시작되었으며, 최종 240psf의 내풍성능으로써 FM사에서 정한 설계기준풍속 45m/sec;195등급 이상의 성능을 만족하였다[그림12 참조].

표 6. Mock-up시험시공의 가압 상황 및 결과

FM Class	Time (Min)	Test Pressure			시험체 특성	비고
		psf	KPa	kgf/m <sup>2</sup>		
1-195 이하	195	0:01 ~ 7:00	105	5.0	511.9	이상없음
1-210	210	7:01 ~ 8:00	120	5.7	585.0	유도가열 부위 Disc와 Sheet 탈착 시작
1-225	225	7:01 ~ 8:00	135	6.5	658.1	유도가열 부위 Disc와 Sheet 지속적인 탈착 발생
1-240	240	8:01 ~ 9:00	150	7.2	731.3	유도가열 부위 Disc와 Sheet 전체적으로 탈착 시험 중단
1-255	255	0:01 ~ 10:00	165	7.9	804.4	이상없음
1-270	270	10:01 ~ 11:00	180	8.6	877.5	중앙부위 Deck Plate 파손으로 시험 중단

표면적으로는 TPO & EIT 공법이 기존 수입 TPO 공법에 비해 내풍성이 약해 보이지만, 시험 종료 후 수입 TPO 공법의 경우 시트 고정구에 의해 시트가 찢겨지는 문제가 발생하였다. 이 문제는 "3.2(2)고정구 및 체결구"에서 언급했듯이 기존 시트를 천공하여 고정시키는 수입 TPO 공법의 경우 풍압에 견디는 힘은 강하지만, 풍압에 의해 시트에 인열강도가 발생하고 그 인열강도에 의해 시트가 찢겨져 시트자체를 손상시킴으로써 내구성을 저하시킨다. 또한, 시트 체결구에 의해 천공된 부분은 반복되는 풍하중에 의해 좀 더 쉽게 시트가 찢겨지면서 누수 하자가 발생하는 등 풍압에 의한 문제가 발생한다. 더 중요한 문제는 시트의 덧댐공정에 의해 시트의 찢겨진 부분은 육안으로 관찰하기 어렵다는 것이다.

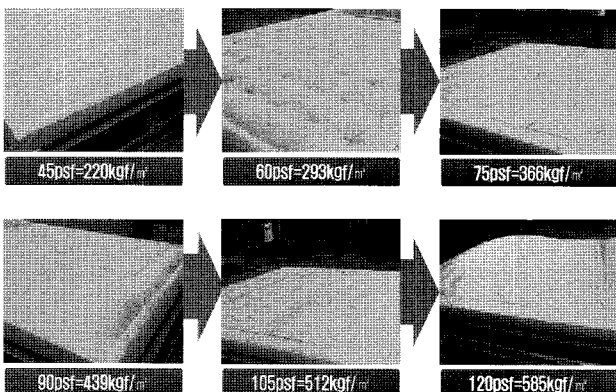


그림 12. A구간의 단계별 풍압에 따른 시트 변화

### 4.3 공사비용

TPO & EIT 공법과 기존 지붕마감 공법의 공사비를 비교 검토한다. 그러나 수입 TPO의 경우 물가정보의 단가가 없기 때문에 수입 TPO를 적용한 인천국제공항 탑승A동의 건설지<sup>9)</sup>를 참고하여 관세 및 운반비, 수입 PVC 및 EPDM을 근거로 예측하여 비교한다.

TPO & EIT 공법 대비 기존 수입 TPO, PVC 및 EPDM 마감공법의 비용은 각각 126%, 110% 및 126%로써 TPO & EIT 공법의 공사비가 절감된다.[표7참조]. 일반적으로 TPO & EIT 공법은 노무비와 자재비에서 타 공법에 비해 경제성을 가지고 있다. 이는 그림13에서 보듯이 타 공법은 시트 조각재를 이용하여 덧댐 작업이 수행되기 때문에 노무비가 많이 소요되며, 자재비의 경우 특히 기존 TPO 공법은 100% 수입에 의존하고 있기 때문에 해외 자재 운송비 및 통관료 등으로 인해 상대적으로 자재비용이 많이 소요된다.

표 7. 경제성 비교(단위:원)

구분	TPO & EIT 공법	수입TPO 공법	PVC 공법	EPDM 공법	금속 공법
자재비(m <sup>2</sup> )	61,911	81,423	70,898	81,423	72,108
노무비(인)	20,500	22,391	19,142	22,391	21,666
경비	615	672	574	672	650
합계	83,025	104,485	90,614	104,485	94,424
대비율	100	126	110	126	114

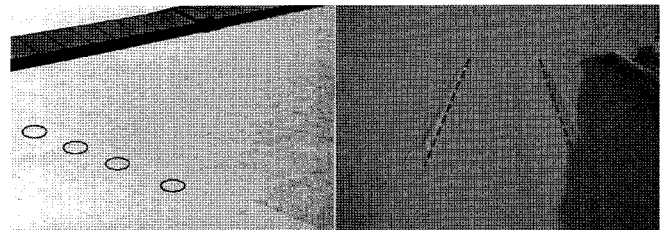


그림 13. 시공 후 TPO & EIT공법(좌)과 기존 TPO공법(우) 비교

### 4.4 공사기간

TPO & EIT 공법은 고주파 유도가열공법과 열융착공법을 융합하여 TPO를 데크플레이트와 단열재 상부에 고정하는 일체식 공법으로써 기존 수입 TPO공법에 비해 재료의 손실이 적고, 공정관리가 쉽기 때문에 공사기간을 단축시킬 수 있다.

또한, 수입 TPO 공법은 풍하중에 대한 고정구의 인발력을 강화시키기 위해 데크플레이트의 두께를 키우거나 중도리에 시트 고정구를 반드시 고정시켜야 하기 때문에 구조설계 시 고정구의 가변성을 부여하기 곤란할 뿐만 아니라, 시공 시에도 정확한 위치에 고정구를 체결해야 하는 어려움이 있다.

그러나 TPO & EIT 공법은 수입 TPO 공법에 비해 작업의 난이도가 낮고, 작업 공정 역시 현장에서 조각 지붕재 절단 및

조립 그리고 열풍작업 등의 2-3가지 작업이 줄어들기 때문에 상대적으로 공사시간이 짧을 것으로 판단된다[그림14참조].

**참 고 문 헌**

1. 기타 공법에 대한 자재비용 및 노무비 등은 2008년 08월의 물가정보지 참고.
2. 이중연 외 1, 태풍으로 인한 건축물 피해예방에 관한 연구, 대한건축학회논문집, 23(8), pp.73-82, 2007
3. 태풍연구센터, <http://www.typhoon.or.kr/>
4. Bas A. Baskaran, A North American group shows how to design durable mechanically attached flexible membrane roof assemblies, Professional Roofing Magazine, August 2006
5. FM Approvals LLC, Approval Standard for Class 1 Roof Covers; Class Number 4470, April 1986
6. FM Global, FM Global Property Loss Prevention Data Sheets, February 2007
7. FM Global, FM Global Property Loss Prevention Data Sheets, February 2007
8. Thomas R. Bowne, Industry Study 1817 WORLD ROOFING, The Freedomia Group, Inc. August 2004
9. Tomas R. Bowne, Industry Study 1817 WORLD ROOFING, The Freedomia Group, Inc., 2004.

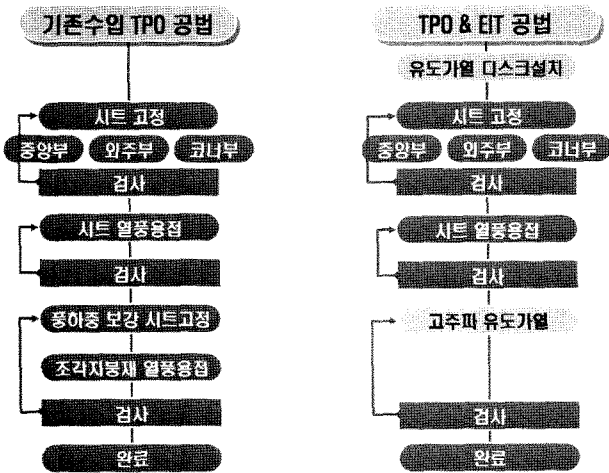


그림 14. 공법별 시공 Floww Chart

**5. 결 론**

상업용 건축물의 지붕마감공사는 기능성과 경제성에 따라 장스팬화·경량화·저경사화 되기 때문에 풍하중의 영향을 고려해야 한다. 그리고 지난 몇 차례의 강력한 태풍으로 지붕구조물의 많은 피해가 발생했으며, 이에 따라 지붕의 내풍성에 따른 설계 안전성의 기준이 강화되고 있다. 이러한 상황과 요구를 만족시키기 위해 기존의 지붕마감공사의 현황을 파악하고 문제점을 분석한 결과 풍압력을 가장 효과적으로 견딜 수 있는 새로운 지붕마감공법을 제안하였다.

새로운 내풍성능을 갖춘 지붕마감공법에 대한 시험시공의 결과 시공성의 단순함과 경제성, 공기 및 공사비 등에서 기존 공법보다 우수한 성능을 보유하고 있었다. 또한 TPO & EIT 공은 모든 부자재를 국산화함으로써 100% 수입에 의존하고 있는 기존 TPO 시트지붕공법의 부자재를 대체할 수 있는 지붕마감공법이라고 사료된다.

(접수 2008. 12. 7, 심사 2009. 2. 4, 게재확정 2009. 2. 11)