

# 복합소재 가도매트 연구 현황



홍 기 중  
국민대학교 건설시스템공학부 교수  
kjhong@kookmin.ac.kr



박 신 준  
㈜국민씨아이 차장/  
건설 복합소재 기술연구소 소장  
sinzeon@kookminci.com

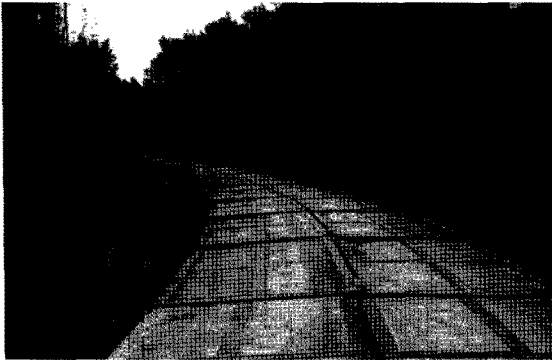
## 1. 복합소재 가도매트 필요성

고유가에 따른 캐나다의 오일샌드 유전개발이 폭증함에 따라 이를 위한 진입도로용으로 종래 사용하고 있는 무겁고 비효율적인 목재매트를 시공성과 경제성을 동시에 갖춘 경량 조립식 복합소재 가도매트로 대체할 수 있다. 복합소재는 경량이므로 시공장비의 경량화가 가능하고 공기단축 효과로 공사비를 절감할 수 있다. 유전개발, 벌목, 광산 등의 작업용 진입도로에 경량의 복합소재 매트를 사용하면 생태파괴를 최소화 시킬 수 있고 쾌적한 주변 환경이 보장되며, 매트 사용 후 해체, 제거 후에는 신속한 환경복원이 가능하다. 국내의 서해안 등지의 매립공사용 가도는 토공으로 연약지반의 안정을 꾀한 후 작업차량을 진입시키게 되나, 이 경우 갯벌의 교란으로 생태파괴를 유발하게 된다. 그러나 복합소재 가도매트를 공사용 진입도로

로 사용하면 이러한 토공을 해주지 않아도 되므로 갯벌 생태계의 파괴를 최소화 시켜 주며, 공사용 차량 통행 시 먼지 등이 날리지 않으므로 쾌적한 주변 환경을 보장해준다. 복합소재 가도매트는 세계 각국의 유전, 광산, 벌채, 건설 등에 가도로 사용될 수 있을 뿐만 아니라 긴급 작전도로, 헬리패드, 긴급 활주로 등 군사용으로도 사용될 수 있고,



〈그림 1〉 복합소재 가도매트 적용 예



〈그림 2〉 강재로 보강한 목재 가도매트

전쟁 또는 재해시 긴급 복구용 도로 등으로 사용될 수 있어 국내외적으로 광범위한 수요가 예상된다.

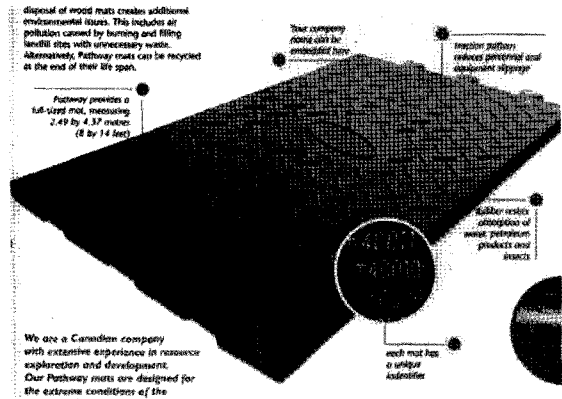
## 2. 해외 가도매트 현황

### 가. 목재매트

목재매트는 캐나다 유전개발용 가도매트의 주종을 이루고 있는 상태이며, 캐나다 회사인 ANCHOR Manufacturing Inc.사와 Canadian Rigmat사에서 생산하고 있는 목재 가도매트가 많이 사용되고 있다. 목재 가도매트 제품은 유전개발용 가도매트로 사용하고 있는 제품 중 제품의 초기 비용은 가장 저렴하지만, 무거운 중량으로 인한 작업성 저하와 땀 층과 동토에서 목재로 흡수된 수분량의 증가로 인한 운반, 설치 해체 비용이 증대된다. 또한, 목재 가도매트는 재사용 횟수가 적어 사용횟수 대비 비용이 증대되는 단점이 있다. 그림 2에서는 캐나다 현지에서 사용하고 있는 강재로 보강한 목재 가도매트를 보여 주고 있다.

### 나. 고무 매트

고무 매트는 현재 소규모로 보급되고 있는 제품으로써 PATHWAY MATS Inc.사에서 생산하고 있다(그림 3). 고무매트는 목재매트보다 탁월한 주행성을 보장하나 기

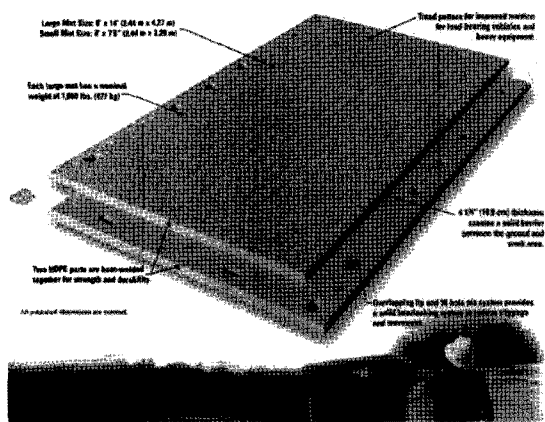


〈그림 3〉 PATHWAY MATS Inc.의 고무매트

후변화에 약하고, 중량이 무거워 운반, 설치, 해체시 비용이 크게 증대 된다. 또한, 연결부 부분이 약해 쉽게 파손되는 문제점을 가지고 있다.

### 다. HDPE 매트

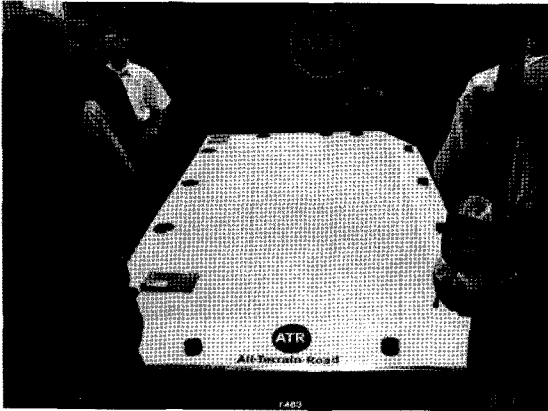
HDPE 매트는 현재 꾸준히 보급되고 있으며, International Mat of Canada사에서 생산하고 있는 DURA BASE 제품은 목재매트 보다 중량이 가벼워 운반하기에 편리하나 비용이 고가이고 연결부 동파로 인해 안전성에 문제가 있는 것으로 알려져 있다(그림 4).



〈그림 4〉 HDPE매트

### 라. 샌드위치 복합소재 매트

샌드위치 복합소재 매트는 현재 실적이 없고 개발만 되어있는 상태이다. ATR Manufacturing, Inc.사에서 개



〈그림 5〉 ATR 복합소재 샌드위치 매트

발 및 생산하고 있는 ATR 제품은 가격이 고가이고 연결부 부분이 약해 쉽게 파손되는 문제가 있다(그림 5).

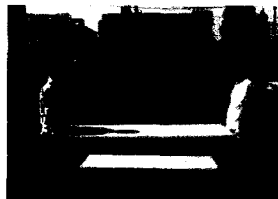
### 3. 국내 복합소재 가도매트 현황

#### 가. 수직결합 조립식 복합소재 가도매트

4개의 튜브로 이루어진 복합소재 테크를 인발성형공정으로 제작하여, 그림 6에서 보여주는 바와 같이, 4개의 테크를 튜브횡방향으로 수직결합연결하고 긴 복합소재 연결체널을 양 옆에 결합하여 튜브종방향으로도 수직결합연결이 가능하도록 하였다(이성우 등, 2007 : 2010). 제작된 수직결합식 복합소재 가도매트는 기존에 사용되고 있는 목재 가도매트에 비해 경량이므로 가도매트를 운반하기 위한 특별한 장비가 필요 없고 사람의 힘(그림 7) 만으로도 운반 및 설치가 가능하다. 이에 따라, 신속한 시공이 가능하고 설치를 위한 경비를 크게 절감할 수 있다.



〈그림 6〉 복합소재 테크 연결

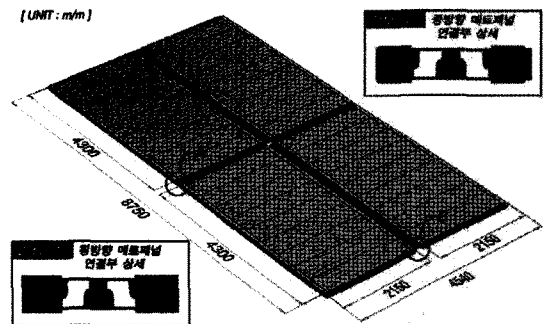


〈그림 7〉 매트 운반

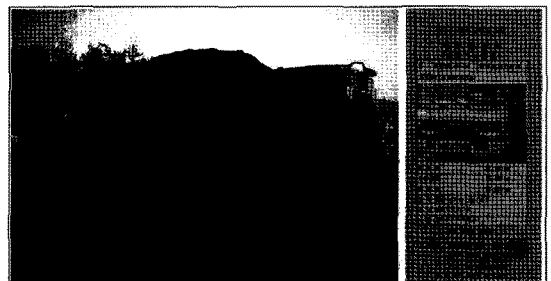
#### 나. 연약지반 현장 재하시험

동토 융해조건(빨층)의 연약지반에 대한 복합소재 가도매트의 사용성과 구조안전성을 검증하기 위해, 매트에 대한 연약지반 현장재하시험을 수행하였다(그림 8). 현장재하시험에 사용된 재하차량은 10ton 중량의 지게차(공차중량 7ton+적재하중 3ton)과 31ton 중량의 만재트럭(공차중량 15ton+적재하중 16ton)을 사용하였다(그림 9). 시험결과, 동토융해 조건의 가도매트상에 이동하는 차량하중 하에서는 가도매트 단면 전체에 탄성변형이 발생하였으나, 매트의 파괴 또는 연결부의 탈락 등은 발생하지 않았으며, 하중 제거 후 탄성 복원되어 건전한 상태를 유지하는 것으로 나타났다.

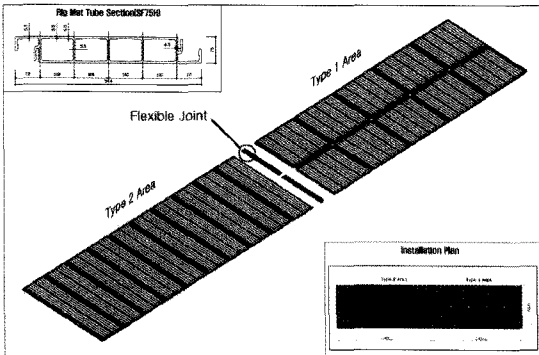
또한 일본 방위청의 군사작전용 가도로 사용하기 위한 현장시험을 일본 현지에서 2008년경 수행하였다. 2m×2.5m 크기의 가도매트 패널로 구성되어 종방향과 횡방향으로 연결된 Type1 구간, 1m×5m 크기의 가도매트 패널로 구성되어 횡방향으로 연결된 Type2 구간의 두 가지 조합매트 형태로 현장 설치되었으며, 전체 가도매트의 크기



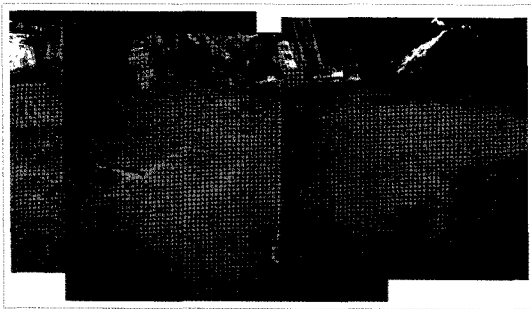
〈그림 8〉 현장재하시험에 사용된 복합소재 가도매트



〈그림 9〉 현장재하시험시 사용된 31ton 중량의 만재트럭



〈그림 10〉 일본 방위청의 복합소재 가도매트 현장적용시험에 사용된 가도매트

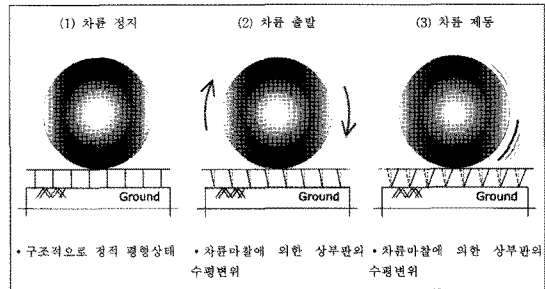


〈그림 11〉 현장에 설치된 복합소재 가도매트의 현장적용 시험

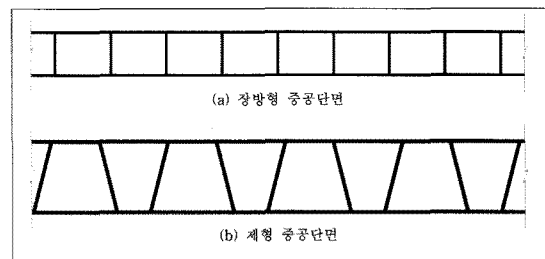
는 22m×5m로 군사용 트럭 등 중차량이 하루 수백회 통과하며, 일주일간 지속적으로 상태를 파악하였다(그림 10). 그림 11과 같이 하루 수백 대의 중차량 통과 조건에서 연결부인 복합소재 채널과 가도매트 패널의 분리가 발생하였다. 게다가, 차량의 제동 또는 발진 시 발생하는 수평력에 대해 가도매트의 복부판이 매우 취약함을 보여주었다.

#### 다. 개선된 복합소재 가도매트

복합소재 가도매트는 정지상태의 중차량 하중 뿐만 아니라 차륜하중 이동 및 급제동시 가도매트의 수평방향(차량진행방향)으로 충분한 하중저항능력이 요구되며, 과도한 단면변형으로 인한 부재의 균열 및 부재간 연결부 손상을 방지할 수 있어야 한다. 그림 12에 도시된 바와 같이, 장방향 중공단면(그림 13a)으로 구성된 단면은 정지상태의 하중에 대해서는 구조안전성을 확보할 수 있지만, 반복되는 차륜의 발진 및 제동에 의한 수평방향하중에 의해 상



〈그림 12〉 차륜하중에 의한 복합소재 가도매트의 거동특성



〈그림 13〉 복합소재 가도매트의 단면형상

부판과 복부판 연결부의 과도한 수평변위가 발생하여 균열이 발생하고 궁극적으로 연결부가 힌지처럼 거동하게 된다. 따라서 가도매트 패널의 횡방향 휨강성 향상을 꾀하고 차륜 제동 및 발진에 의한 수평력 전달에 유리하도록, 그림 13b에 도시된 바와 같이 수직 복부판을 경사진 복부판으로 대체한 제형 중공단면으로 변경한다.

#### 4. 가도매트의 경제성 비교

국내에서 개발된 복합소재 가도매트와 캐나다 유전개발 현장에서 가장 많이 사용되고 있는 강재 보강된 목재매트 제품(캐나다 Anchor Manufacturing사, Canadian Mat System사) 및 플라스틱 HDPE 매트 제품(International Mat of Canada사)의 경제성 및 기술적 특성을 비교 검토하였다. 표 1에서 보여주는 바와 같이, 국산 복합소재 가도매트는 초기 투입자재비는 기존 매트 제품과 비슷하나 반복사용횟수를 고려한 단위 자재비와 경량으로 인한 시공비 및 유지보수비 절감으로 전체적인 경제성은 기존 매트제품의 절반 이하로 충분한 경제성을

가지는 것으로 나타났다. 또한, 표 2의 기술적 특성 비교에서 보여주는 바와 같이, 경량으로 인한 설치 및 해체용이, 반복사용횟수 증대, 커브구간 및 노면요철에 대한 적응성, 내한 및 내수성뿐만 아니라 부력성능까지 보유한 국산 복합소재 가도매트는 기존 해외 매트제품 대비 기술적 성능이 우수한 것으로 나타났다. 이러한 장점을 가진 국산 복합소재 가도매트의 피로성능에 대한 검증이 추가적으로 필요하며, 이를 통해 더욱 신뢰성 있는 가도매트를 조기에 개발하게 되면 전 세계 다양한 분야에 진출하여 적용할 수 있는 유망한 제품이 될 것이다.

[표-1] 복합소재 가도매트와 해외 가도매트 제품의 경제성 비교

항목	비교 대상		
	복합소재 가도매트	강재프레임 + 목재매트	플라스틱 (HDPE) 매트
자재비(천원)	2,160,000	1,800,000	2,460,000
반복사용횟수(회)	60	20	30
회당 자재비(천원/회)	36,000	90,000	82,000
시공비(천원/회)	설치비	9,000	15,000
	해체비	7,000	10,000
유지보수비(천원/회)	3,000	5,000	3,500
합 계(천원/회)	55,000	125,000	105,500

\* 기본 패널사이즈 2,400mm × 4,200mm 기준 금액

[표-2] 복합소재 가도매트와 해외 가도매트 제품의 기술적 특성 비교

항목	구분 및 단위	비교 대상		
		복합소재 가도매트	강재프레임 + 목재매트	플라스틱 (HDPE) 매트
중량	kg/m <sup>2</sup>	34.0	169.6	45.8
매트크기 (Typical)	폭(mm)	2,400 (제한없음)	2,400	2,440
	길이(mm)	4,200 (제한없음)	4,200	4,270
	높이(mm)	75	152	108
내하력 (54.4ton 하중)	안전율(F.S.)	3.0 - 4.0	-	-
취급방법	-	수작업/포크리프트	크레인	포크리프트
설치방법	-	인력거치(스냅핏)	장비거치	장비거치
해체방법	-	경량도구이용 해체	장비해체	장비해체
강도	인장강도(MPa)	595	-	-
	휨강도(MPa)	595	-	-
내충격성	-	매우 우수	우수	불량
반복사용횟수	회	60	20	30
운반성	개/회	134	22	52
현장조립시간	분/개	2	30	20
현장해체시간	분/개	2	30	20
커브구간 적용성	-	우수	불량	불량
노면적응성	-	우수	불량	불량
연결부 성능	-	우수	우수	불량
내한성	-	매우 우수	우수	불량
내수성	-	우수	불량	불량
부력성능	-	우수	불량	불량

## 참고문헌

1. S. W. Lee, K. J. Hong and S. Park, "Current and Future Application of Glass-Fibre-Reinforced Polymer Decks in Korea", Journal of Structural Engineering International, 2010
2. 이성우, 홍기중, "신소재 보도교 데크패널과 전통 목구조 결구방식의 연결부 개발", 한국과학기술연구원 연구보고서, 2007
3. 이성우, 홍기중, "유전개발용 리그매트 및 교량바닥판용 칩탈조립식 경량 복합소재 데크 개발", 건기평 연구보고서, 2010