World Leading Composite(FRP) Bridge Deck – DeltaDeck®

스마트시공 자전거/보도용 경량·고강도·내부식

모듈러 프리팹 복합소재 데크

(주)이제이텍

www.ejtech.net

모듈러 프리팹 유리섬유강화 복합소재 스냅핏 교량바닥판

Modular Prefab Glass Fiber Reinforced Composite Bridge Deck of Snapfit Connection

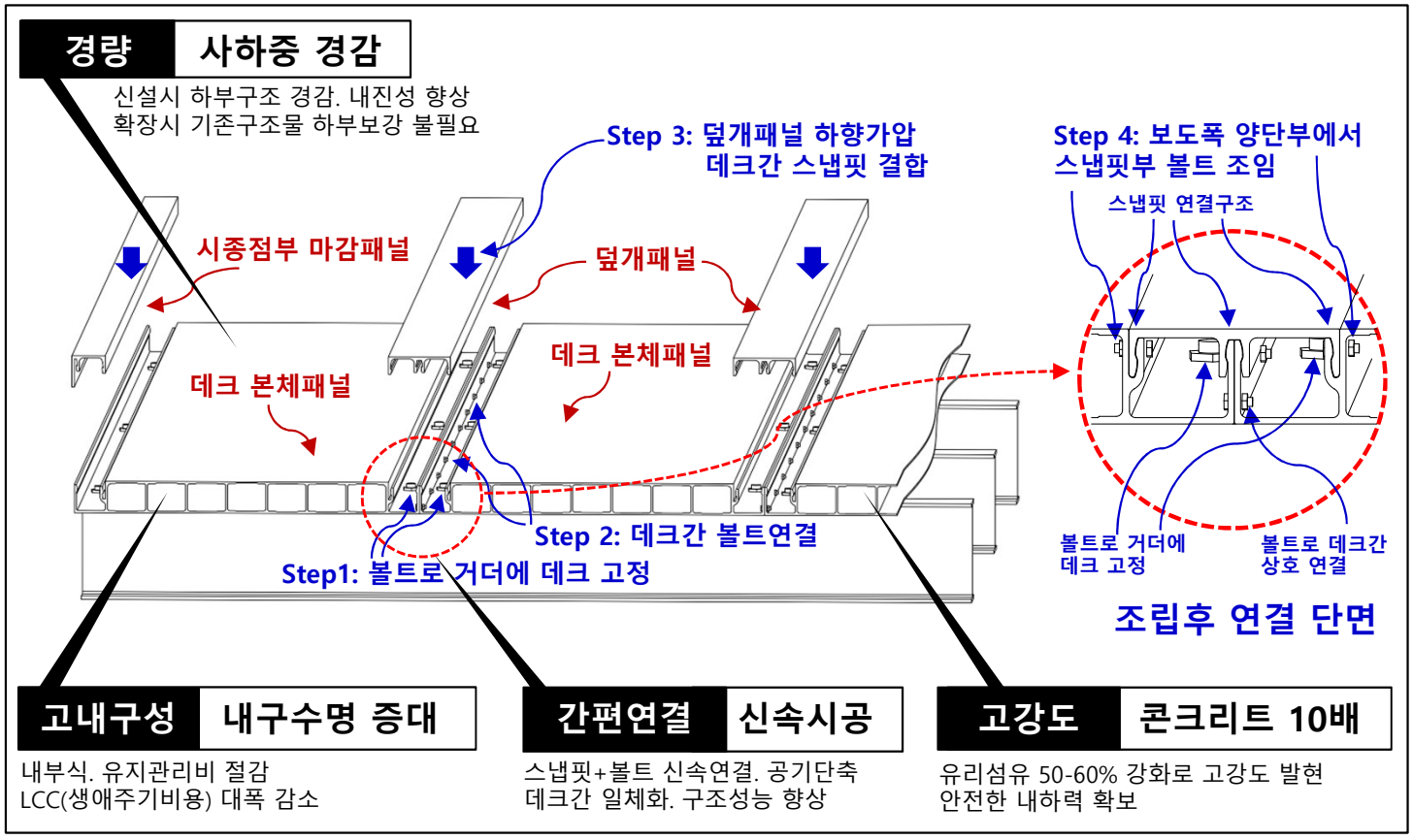
- 유리섬유강화 복합소재는 경량, 고강도, 고내구성 특성을 보유한 새로운 건설소재
- 복합소재는 첨단 우주항공 소재를 건설분야에 접목한 4차산업혁명의 건설 신소재
- 경량, 내부식 복합소재는 노후열화, 부식, 과중량 문제의 콘크리트, 강재, 목재를 대체
- 모듈러 프리팹 시마트시공의 스냅핏 델타데크는 자전거로/보행로 신설, 확장시 최적 솔루션

특허 및 디자인 등록:
국내 특허등록(10-2178271, 10-1991765, 10-2373054, 10-0604251)
국내 디자인등록(30-0991661, 30-1042551, 30-1129204), 미국 특허(등록 US 7,131,161 B2, 출원 US 17/197,482)
중국 특허(출원 202110355423.5) 베트남 특허(출원 1-2021-01634)

기술개요 및 특장점

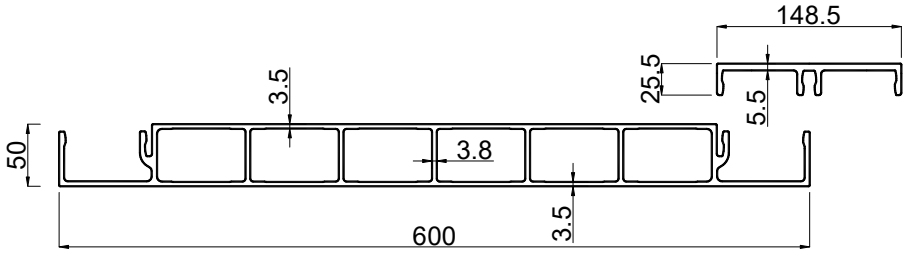
Technology Brief and Advantages

- ISF(Integral Snapfit) 데크는 유리섬유와 불포화 폴리에스터 결합의 인발성형으로 제작
- 모듈러 프리팹 ISF 데크는 경량, 고강도, 내부식, 내구수명 증대, 신속시공, 데크간 일체구조화, 해체 유지보수, 재사용의 특장점을 보유한 25년 경험이 축적된 스마트 건설기술
- ISF데크는 거더에 볼트로 고정, 데크간 볼트연결, 덮개패널(보행로 데크는 상부판패널)에 의한 패널간 스냅핏 결합과 볼트잠금 등의 종합적인 기계적 조립연결로 구조적으로 안정된 폐단면의 일체구조화된 2방향 바닥판 형성
- 공장제작된 데크를 거더 위에 나열하여 거더 상부에서의 작업만으로 신속하게 조립 연결



ISF50 자전거·보도교용 복합소재 교량데크의 인발성형 제작

ISF50 Composite DeltaDeck for Bikeway/Footbridge and Fabrication with Pultrusion

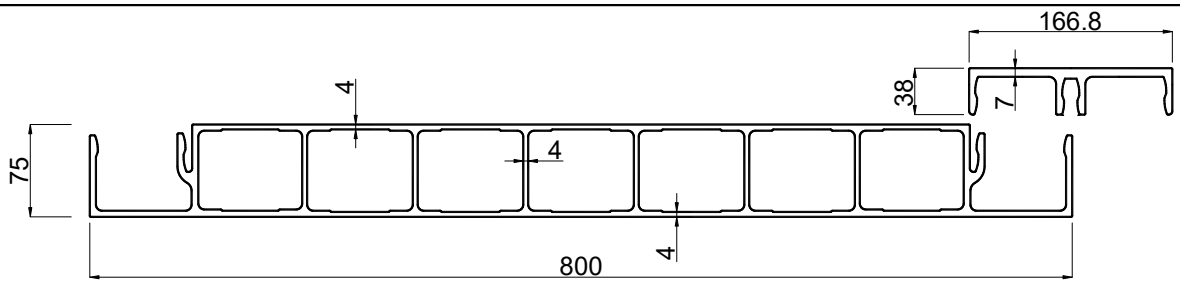


ISF50 본체패널 인발성형 제작

ISF50 덮개패널 인발성형 제작

ISF75 오토바이·보도부용 복합소재 교량데크의 인발성형 제작

ISF75 Composite DeltaDeck for Autobikeway/Walkway and Fabrication with Pultrusion



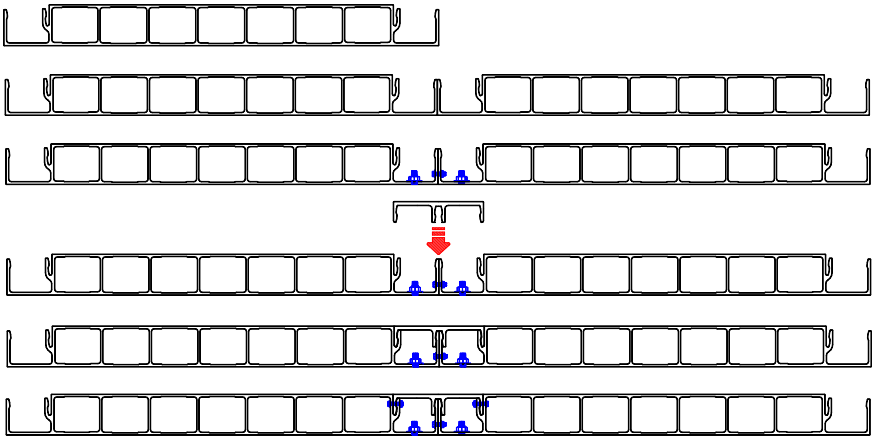
ISF75 본체패널 인발성형 제작

ISF75 덮개패널 인발성형 제작

보도교·보도부용 ISF50/75 복합소재 스냅핏 데크의 조립연결 절차

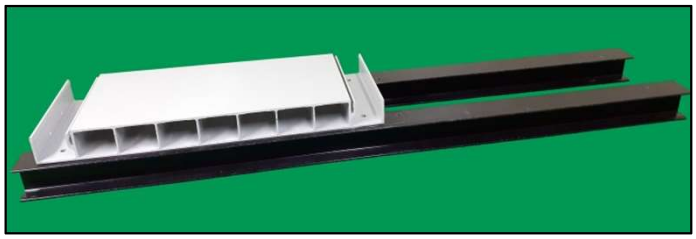
Connection Procedure of ISF50/75 Composite DeltaDeck for Bikeway/Walkway

1. 거더 상면에 놓인 한쪽의 본체패널 모듈
2. 연결되는 양측패널이 서로 맞닿게 나열
3. 양측 본체패널의 거더 고정 및 상호 종볼트 연결
4. 양측 본체패널을 덮개패널로 연결하기 전 상태
5. 양측 본체패널을 덮개패널로 요철결합 스냅핏 연결
6. 덮개패널 연결후 스냅핏 결합부에 잠금볼트 체결



ISF75 오토바이·보도부용 복합소재 데크의 조립연결 사진

Photos of Each Connection Step of ISF75 Composite DeltaDeck for Bikeway/Walkway



거더위에 데크 본체패널 거치. 데크 연결준비

양측 데크를 거더에 고정, 데크간은 상호 종볼트 연결

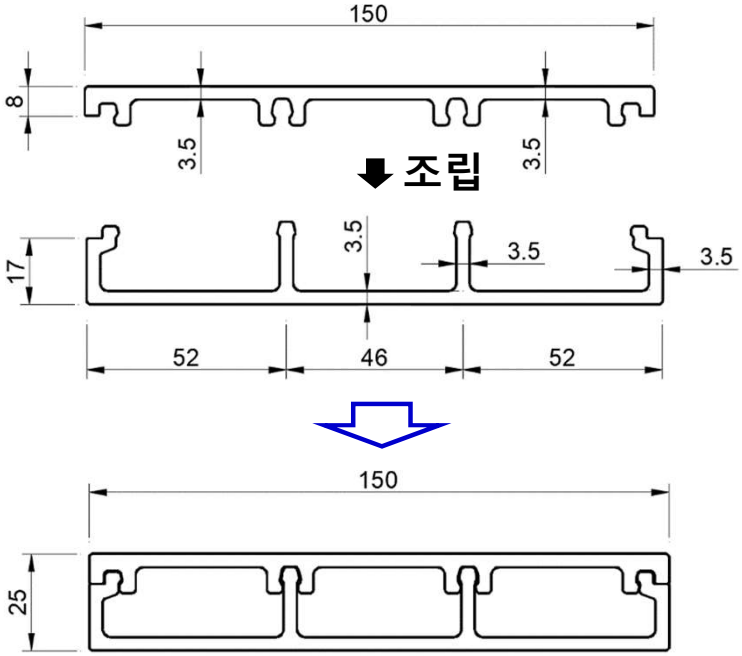
양측 본체패널을 덮개패널로 요철결합 스냅핏 연결

스냅핏 결합부에 볼트 체결(이음부 이격, 이탈 방지)

본체패널 거더에 고정, 패널간 종볼트 연결, 패널 연결부 덮개패널로 요철결합 스냅핏 연결, 양단 스냅핏 결합부 볼트 잠금처리하여 데크가 폐단면 일체구조로 연결 완료된 상태. 조립 역순으로 패널별 해체 가능

ISF25 자전거·보행로용 복합소재 데크의 인발성형 제작

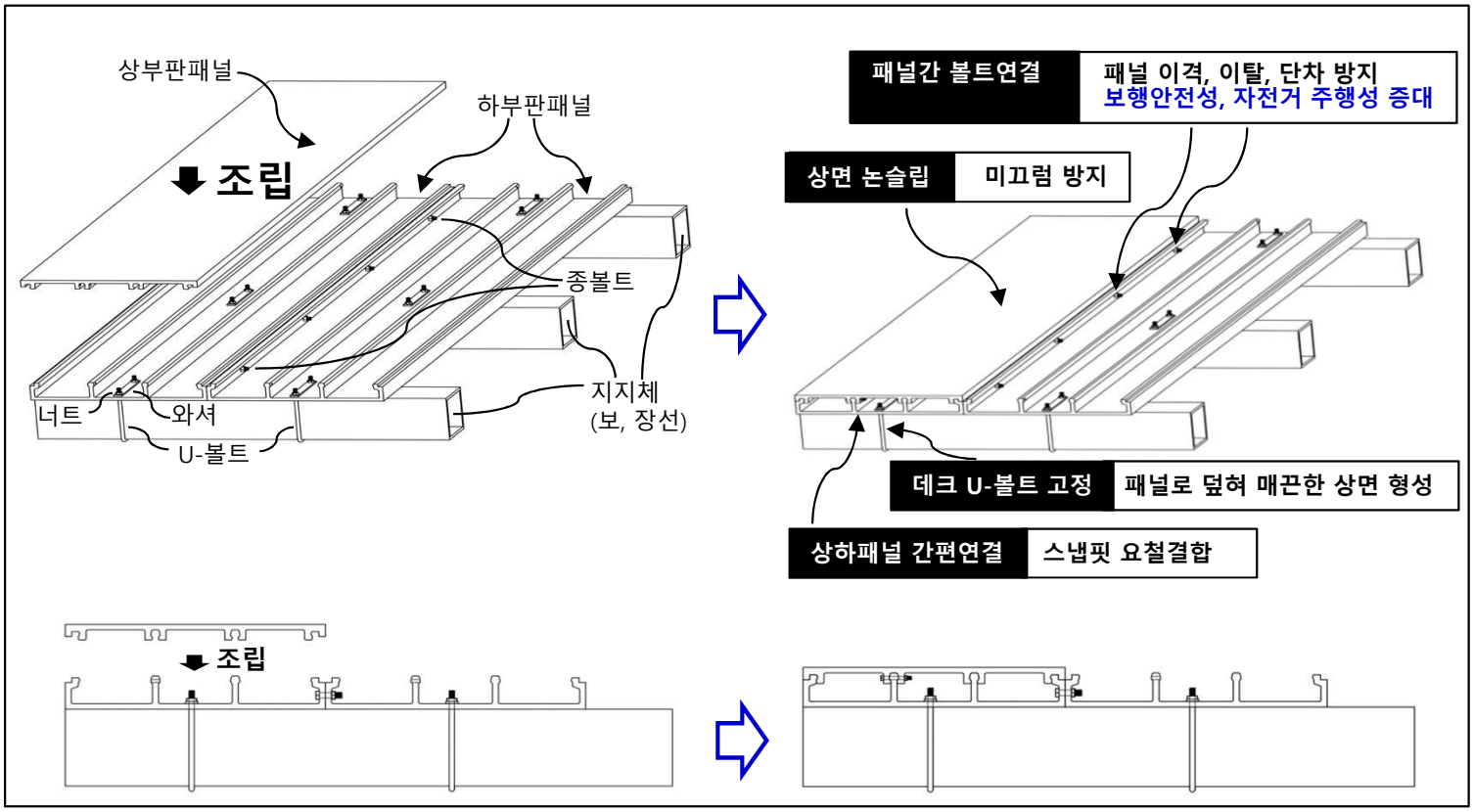
ISF25 Composite DeltaDeck for Bikeway/Sidewalk and Fabrication with Pultrusion



ISF25데크 하부판의 인발성형 제작

ISF25 자전거·보행로용 복합소재 데크의 조립전후 사시도 및 단면도

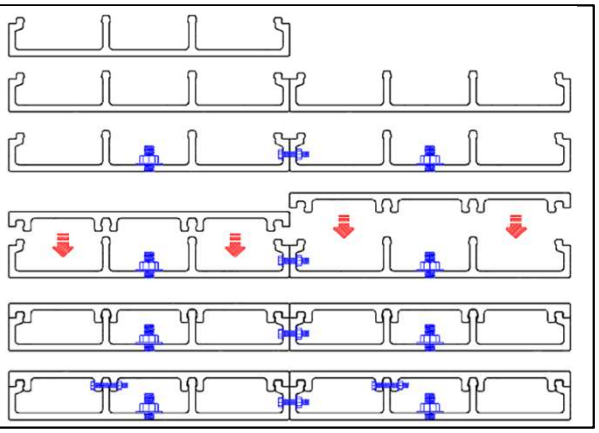
Perspective and Sectionals Views of ISF25 Composite DeltaDeck before and after Assembly



ISF25 자전거·보행로용 복합소재 스냅핏 데크의 조립연결 절차

Connection Procedure of ISF25 Composite DeltaDeck for Bikeway/Sidewalk

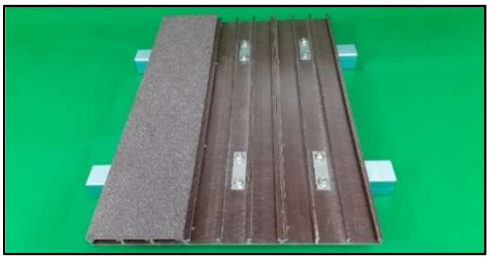
1. 보(장선) 상면에 놓인 한쪽의 하부판패널 모듈
2. 연결되는 양측 하부판패널이 서로 맞닿게 나열
3. 양측 하부판 패널을 보에 U-볼트로 고정하고 패널간은 상호 종볼트 연결
4. 하부판패널을 상부판패널로 연결하기 전 상태
5. 양측 하부판패널을 상부판패널로 스냅핏 요철결합
6. 상부판패널 연결후 스냅핏 결합부에 잠금볼트 체결



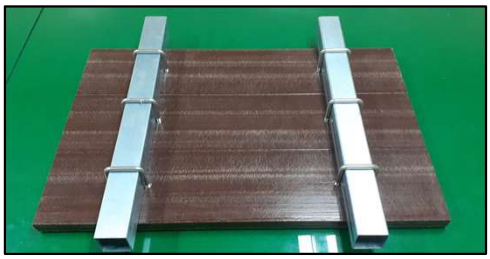
ISF25 자전거·보행로용 복합소재 데크 조립연결 사진(패널간 연결 생략)

Photos of Each Connection Step of ISF25 Composite DeltaDeck for Bikeway/Sidewalk

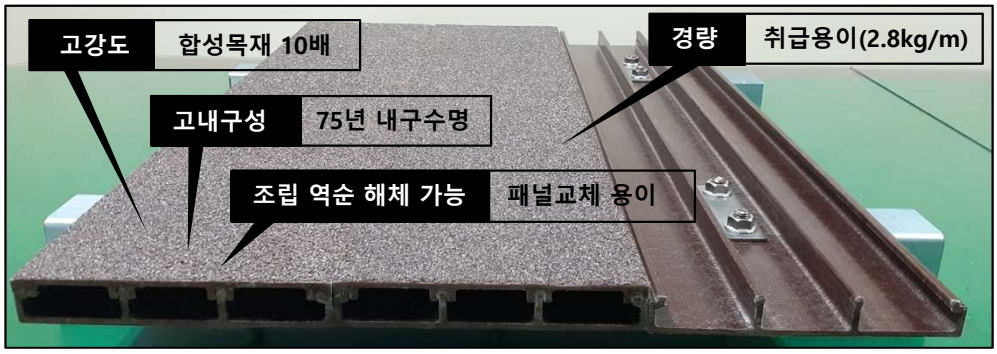
보(장선)위에 하부판패널 거치



하부판 U-볼트 고정후 상하부판 결합



U-볼트로 고정된 하부판의 하면 모습

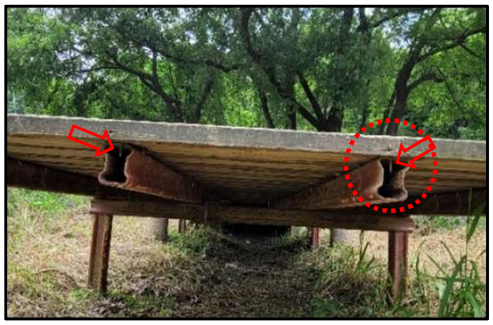


데크간 볼트 연결 후 후속하는 상부판을 다음 하부판에 스냅핏 요철결합

세쪽의 데크패널이 조립 완료된 모습

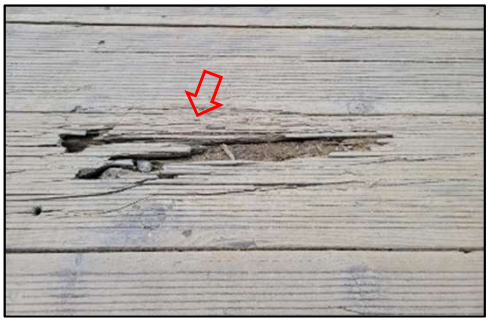
ISF25 보행로용 데크 적용대상인 현행 합성목재 데크의 문제점

Current Problems of Wood Deck, Feasible to Be Replaced by ISF25 Composite DeltaDeck



목재데크와 지지체(보, 장선) 연결부 취약

목재데크간 비틀림, 단차, 이격, 이탈 발생



목재 부패, 합성목재 화학적 분해 발생

모듈러 프리팹 스마트시공의 복합소재 스냅핏 교량데크 활용분야
Application of Modular Prefab Snapfit Composite Bridge Deck

- 기존교량 하부 보강없이 오토바이/자전거/보도부 추가 확보를 위한 **교량확장 공사**
- 자중경감을 위한 오토바이/자전거/보행로용 **신설 차도교량 외측 바닥판 공사**
- 해안지역의 염해, 적설지역의 제설제 등 **고부식 환경 지역의 교량공사**
- 산간 또는 격오지에 설치되는 사장교, 현수교, 아치교 형식 등의 **산간지 보도교**
- 신속한 조립 및 해체가 요구되는 공사용, 재해복구용, 군작전용의 **가교공사**
- 자중 경감, 내구성, 신속시공이 요구되는 **보도교/보행로 신설 공사**
- 패널간 이격, 이탈, 단차 방지, 주행성 향상이 요구되는 **자전거로/보행로 신설공사**
- 손상 노후된 목재/합성목재 데크 패널을 맞교체하여 보수하는 **보행로 보수공사**

인발성형 제작, 재료 시험 및 구조성능 시험 결과
Fabrication, Material Properties and Experimental Verifications

기계적/물리적 특성	시험기준	재료시험 결과	
		ISF50	ISF75
인장강도(L방향)	KSF 2241	411 Mpa	382 Mpa
압축강도(L방향)	ASTM D 695	499 Mpa	449 Mpa
면내 전단강도	KSM 3019	206 Mpa	191 Mpa
탄성계수	KSF 2241	31.6 Gpa	26.9 Gpa
열팽창계수	KSM 3015	$5.0x10^{-6}$(1/°C)	
유리섬유 함량	KSF 2244	55.2%	46.8%
내연성	KSM 3015	불연성	
단위중량	-	1.95 ton/m^3	

2패널 조립 양단 볼트고정 ISF50 데크 휨시험 모습

- 1.2m 지간 ISF50 시험: 보도하중(5 KN/$m^{2)}$ 재하시 처짐사용성(L/425) 기준 2.3배 만족, 허용응력 대비 안전율 29. 처짐사용성 만족 최대 지간장 2.4m.
- 1.5m 지간 ISF75 시험: 보도하중 재하시 처짐사용성 기준 2.7배 만족, 허용응력 대비 안전율 30. 처짐사용성 만족 최대 지간장 2.9m.

자전거·보행도로용 델타데크의 종류
Types of DeltaDeck for Bikeway/Walkway and Footbridge

모델	높이 (mm)	단위 폭 (mm)	중량(kg /㎡)	추천 적용 지간(m)	적용범위
ISF25	25	150	19	0.7	보행로/자전거로
ISF50	50	600	25	1.2	보도교/자전거로
ISF75	75	800	30	1.5	차도교 보도부/자전거/오토바이로

데크-거더 연결, 집수구 및 신축이음 시공 상세
Details of Girder Connection, Drainage Pit and Expansion Joints

데크-거더간 연결

스터드 건으로 거더에
전단열결 볼트 용접

용접된 볼트에 와셔
및 너트로 조립 연결

보도부 집수구

보도 측면에 집수구 설치

보도부 신축이음

필요구간에 신축이음 설치

자전거·보행도로용 복합소재 데크의 포장공법
Pavement of Composite Deck for Walkway/Bikeway

탄성포장 적용사례

김포 계양대교 보도부(2011)

세종시 학나래교 보도부(2012)

세종시 금남교 보도부(2015)

논슬립 처리(미끄럼 방지층) 적용사례

영암 월출산 현수보도교(2006)

상주 한방단지 현수보도교(2007)

봉화 청량산 현수보도교(2007)

화강석 보도블럭 설치 적용사례

고척 스카이돔 야구장 주변 보도부(2015)

아스팔트 포장 적용사례

기흥 호수공원 보도교(2010)

보도교 바닥판 공법 비교

Comparisons of Walkway/Bikeway Deck Installations

공 법	복합소재 바닥판	합성목재 바닥판	콘크리트 바닥판
적용 사진			
바닥판 높이: H(mm)	ISF25[보행로] H=25 ISF50[보도교] H=50 ISF75[보도부/자전거/오토바이] H=75	H=25~35[보행로]	H=150
적용사례	국내 35개교 이상	다 수	소 수
장단점	• 고강도 특성(200MPa) 및 고품질 • 내부식으로 내구수명 증대, 유지관리비 최소 • 경량으로 사하중 감소, 내진성 우수 • 경량으로 확장공사시 기존교량 거더 및 하부구조 보강 불필요 • 바닥판간 볼트연결, 스냅핏 결합 등 종합적 기계적 연결로 조립된 바닥판이 완전한 일체구조로 형성 • 설치를 위한 별도 장선, 멍에 불필요 • 바닥판간 이음부 이격이 없는 일체화 연결로 자전거 주행성 우수 • 신속 조립 설치로 공기단축 • 용이한 해체로 유지관리 우수 • 초기 공사비 다소 고가 • 내구연한 75년	• 목재 특성상 강도가약함(20~33MPa) • 설치를 위한 별도의 장선, 멍에 필요 • 상판간 연결되지 않고 이격상태로 설치되어 판재 개별손상과 이탈 우려 • 서로 연결되지않은 목재 판재의 손상, 파손이나 연결못 이탈로 보행자 낙상, 자전거 전복 등 안전사고 우려 • 판재간 비연결로 틈새와 단차가 발생하여 자전거 주행성 불리 • 우천시 미끄러워 낙상사고 우려 • 습윤환경에서의 뒤틀림, 고정 피스 탈락 등으로 주기적 유지관리 필요 • 초기 공사비 다소 저렴 • 내구연한 15년이하로 내구수명 한계	• 철근 콘크리트로 필요 강도(20~40Mpa) 확보 • 중량으로 설치용 별도 장비 필요 • 거푸집 설치, 철근 배근, 콘크리트 타설 등 공사 전반이 복잡해 시공성 및 공기 불리 • 중량으로 사하중이 커 주형 및 하부구조 공사비 증가 • 사하중 증대로 확장공사시 기존교량 보강 필요 • 장기적으로 철근 부식, 콘크리트 열화로 수명단축 및 유지관리비 증대 • 일체구조로 자전거 주행성 양호 • 초기 공사비 저렴 • 내구연한 30년
유지 관리	국내 2004년부터 시공된 보행교에 바닥판 교체 사례없음. 장수명 기대	시공후 몇 년 지나지 않아 주기적 교체 필요. 교체 및 유지관리비 과다	노후 교체 시 해체 및 재설치 비용 과다로 생애주기비용 증대

공사비 (유지관리, 철거교체, 수명공사비 75년 기준)									
	초기 공사비 (ISF50 기준)	자재비 공사비 포장	42만원/m²	초기 공사비 (H=30)	자재비 공사비 포장	34만원/m²	초기 공사비 (H=150) *확장시 기존교량 보강비 추가필요	자재비 공사비 포장	25만원/m²
	유지 관리비	유지관리	75년x1만원/m² =75만원	유지 관리비	유지관리	75년x2만원/m² =150만원	유지 관리비	유지관리	75년x1.5만원/m² =113만원
	철거/ 교체비	-	-	철거/ 교체비	4 회	4회x38만원/m² =152만원	철거/ 교체비	1.5 회	1.5회x50만원/m² =75만원
	수명 공사비	합 계	117만원/m²	수명 공사비	합 계	336만원/m²	수명 공사비	합 계	213만원/m²

검토 의견	
	• 차도교 보도부나 자전거/보도교 계획시 지역주민/관광객/자전거의 통행 편의성을 고려하고, 보도부 확장공사시 기존교량의 보강비용도 고려해야 하며, 장기적으로 장수명, 생애주기비용 최소화, 유지관리 용이성, 교체비용 최소화, 유지관리비 절감, 구조안전성 확보, 자전거 주행성 확보, 시공성, 공기단축, 경제성 등 종합적인 검토가 필요함. • 상기 검토결과 초기공사비는 다소 고가이나 **내구연한(75년)**이 길며, **구조안전성** 및 **전거통행/보행성**이 우수하고 **유지관리비가 저렴**하며, 교량의 **생애주기비용 (VE/LCC)** 측면에서 매우 유리한 **복합소재 바닥판 공법**을 건의함.

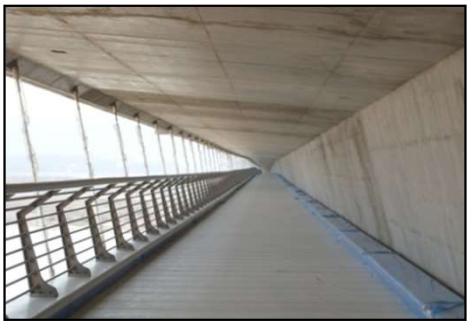
스냅핏 델타데크의 자전거로, 차도교 보도부, 보도교 적용실적
Construction Records of Snapfit Delta Deck for Bikeway/Walkway/Footbridges

교량명	시행처	시공연도	교량형식	교장 (m)	교폭 (m)
비우당교	서울시	2004	강판형교	44.5	9.0
월출산교	월출산 국립공원	2006	현수교	53.1	1.0
오산천교	서울지방 국토관리청	2006	강박스거더+아치교	140.0	5.0
포남교	강릉시	2007	강판형교	50.0	5.0
반송-기흥간 보도교(1차, 2차)	용인시	2007, 2010	강판형교	772, 892	3.5
상주 한방단지 보도교	상주시	2007	현수교	30.0	2.0
청량산 현수교	봉화군	2007	현수교	90.0	2.2
삼성중공업 CATWALK	삼성중공업	2008	강판형교	82.0	5.0
한강대교 보도부 확장	서울시	2008	아치교, 강판형교	1,681.8	4.5
동두천 신천 보도교	동두천시	2009	강판형교	70.0	5.0
광주 증심사천 보도교	광주시	2009	강판형교	18.0	3.0
용인 도담마을 보도교	용인시	2009	강판형교	32.0	3.0
군산 선유도 가도매트	군산시	2009	가도매트	92.0	3.0
죽도산 유원지 보도교	영덕군	2009	사장교	140.0	1.5
신점교 보도부 확장	양평군	2009	RC스래브교	47.0	2.2
조현교 보도부 확장	양평군	2009	RC라멘교	41.5	2.5
금천교 보도부 확장	LH공사	2009	PSC거더교	197.5	3.3
파주-운정 보도교	파주시	2009	강판형교	190.0	4.5
세월교 보도부 확장	부산시 해운대구	2009	강판형교	77.0	3.0
온천천교 보도부 확장	부산시 동래구	2009	FRP 브라켓	144.0	3.0
영도 절영로 보도확장	부산시 영도구	2010	FRP 브라켓	830.0	2.0
신천교	김포시	2011	강판형교	232.0	2.0
귤현교	수자원공사	2011	RC박스거더	585.0	4.0
조아동교	부산시 해운대구	2011	강판형교	45.0	2.3
세종 학나래교 보도부	LH공사	2011	사장교	700.0	9.0
흔들다리 보도교	광주시 수완지구	2011	사장교	67.1	4.0
보납산-늪산 현수교	가평군	2011	현수교	55.4	2.3
도장항 보도육교	국토해양부	2011	사장교	41.0	2.1
사상구 강변보도교	부산시 사상구	2012	강판형교	50.7	4.8
부산북항 해돋이교	부산항만공사	2012	사장교	76.4	7.0
부산북항 노을교	부산항만공사	2012	사장교	145.0	10.0
대둔산 공원 보도교	금산군	2012	현수교	58.0	1.5
고척교 보도부 확장	서울시	2015	강판형교	406.0	5.6
고척 스카이돔 보도부	서울시	2015	강판형교	410.0	7.4
엄궁대교 보도부(현재 설계중)	부산시	2021	사장교, 강박스거더	2,056	4.1

2022년 현재 국내 36개교 45,299m²의 자전거로, 차도교 보도부, 보도교에 적용. 일본 수출실적 보유.

신설교량: 자전거 및 보행도로 교량 적용의 대표적 사례
Typical Applications to Newly Constructed Footbridges, Bikeways and Walkways

반송-기흥간 보도교(1664x3.5m)



세종시 학나래교 보도부 (사장교. 콘크리트 박스거더 하부(700x9.0m)

귤현교 박스상하 보도부(293x4.0m)

고척스카이돔 야구장 보도부 (강판형교 보도부 및 보도교량, 410x7.4m)

교량확장: 기존교량의 자전거/보도부 증설/확장 적용의 대표적 사례
Typical Applications to Walkway/Bikeway Expansions of Existing Bridges

동래 온천천교 보도확장(144x3.0m)

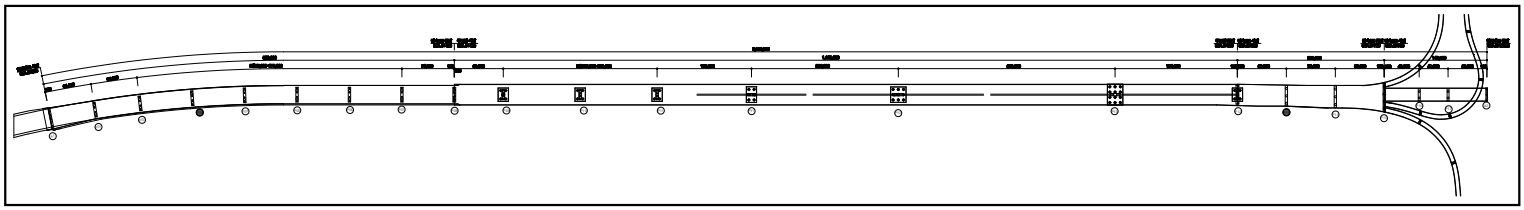
한강대교 남측 아치교 및 북측 강판형교의 양측 보도부 확장(1680x4.5m)

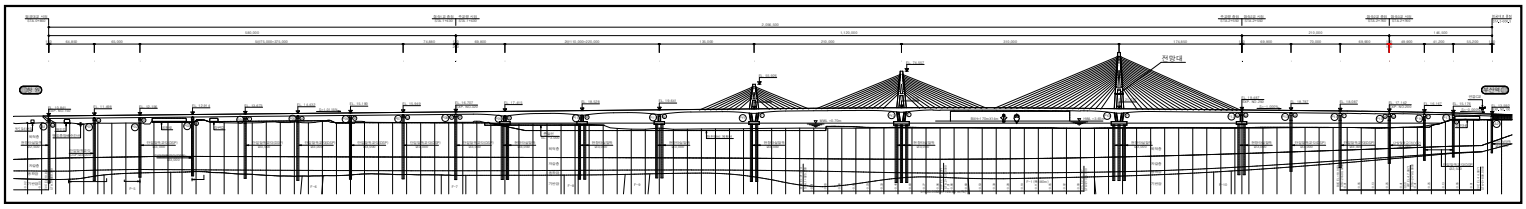
서울 금천천교 보도확장(198x3.3m)

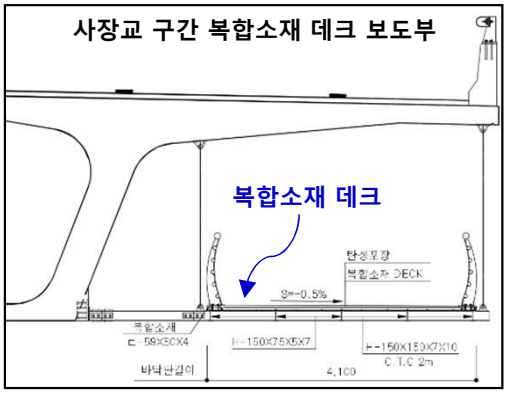
고척스카이돔 야구장 남쪽 고척교의 보도부 확장(406x5.6m)

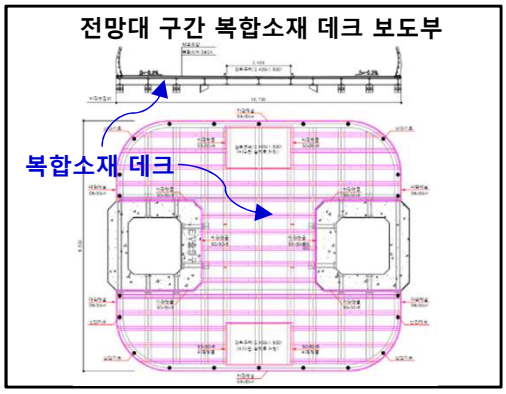
신개발 ISF 복합소재 데크 적용의 2,056m 장대교량 엄궁대교 보도부 실설계 예

Design Example of Sidewalk on 2,056m Umgoong Grand Bridge with Newly Developed ISF DeltaDeck







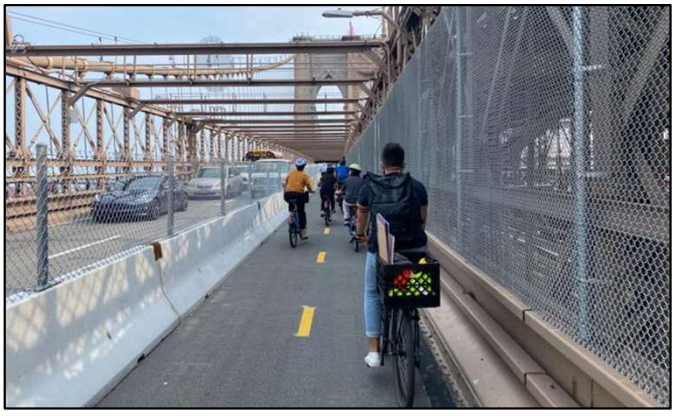


경량 복합소재 데크로 교량 측단에 보행·자전거로 경제적 확보 가능
Economically Securing Walkway/Bikeway at Bridge Side with Lightweight Composite Deck

보도부 없는 자동차 전용 11km 천사대교(신안) 예.
박스 측단 하부에 경량 복합소재 보도부 설치 가능

자동차 전용의 서·남해안 연륙교(여수-고흥 구간).
기존 교량 측단에 경량 복합소재 보도부 설치 가능

Richmond-San Rafael교(미 California, 2019 개통)의 10km 자전거·보도부. **경량 복합소재 데크 활용 가능**



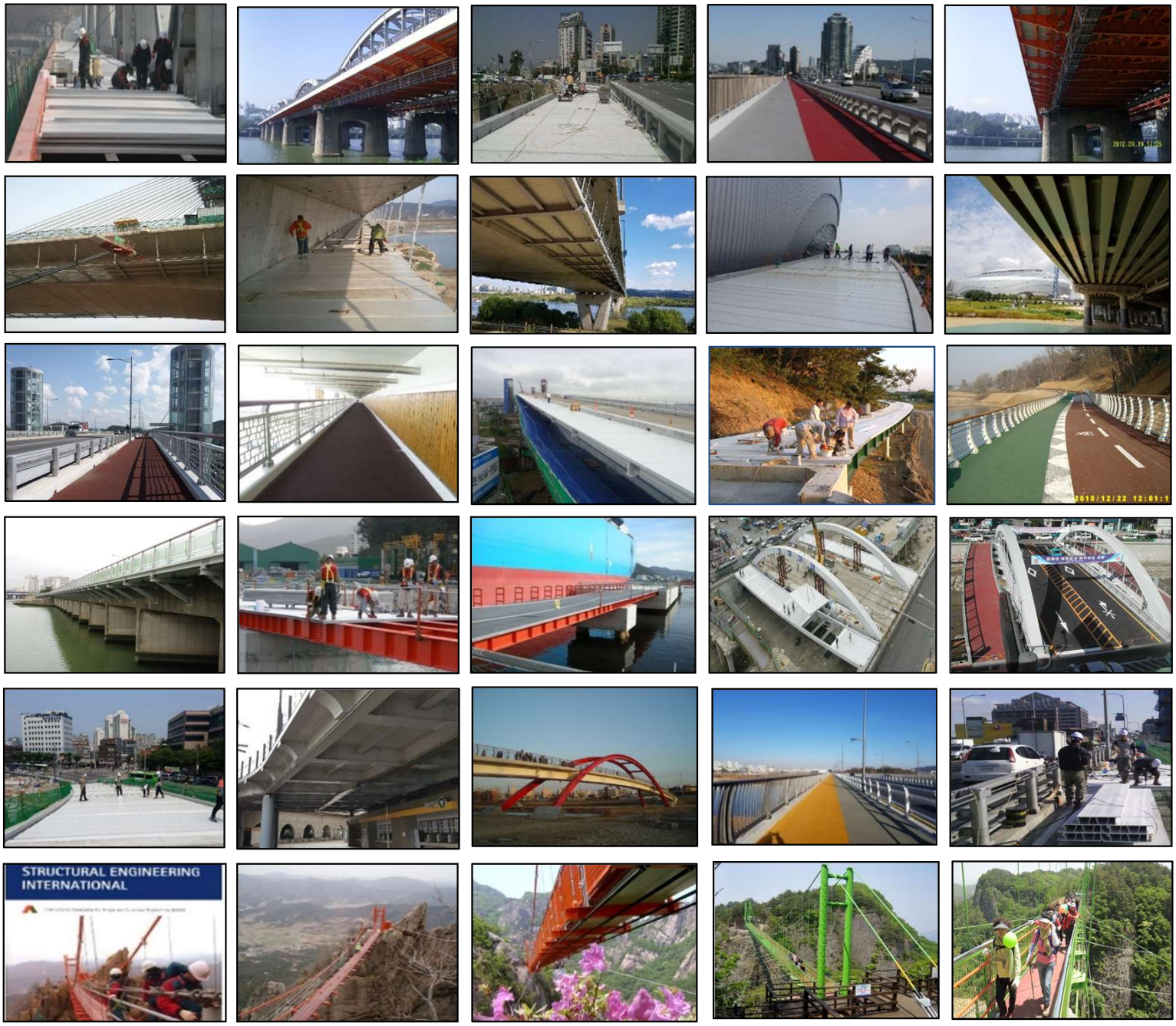
Brooklyn교(미 New York, 2021 개통)의 2km 자전거로.
복합소재 데크 활용시 경제성, 신속시공성 확보 가능

경량 복합소재 데크로 확폭하여 오토바이 전용로 신속 확보 가능
Rapidly Securing Autobikeway with Lightweight Composite Deck through Bridge Expansion

극심한 교통체증과 물류이동 지체 유발의 베트남 차도교 현황. **경량 복합소재 데크 활용시 사하중 증대 최소화로 기존교량 하부구조 보강없이 오토바이 전용로를 저비용으로 확장하여 단기간에 차선 원상복구와 문제 해소 가능**

World Leading Composite(FRP) Bridge Deck – DeltaDeck®

DeltaDeck®
유리섬유강화 복합소재 데크



www.ejtech.net

(주)이제이텍
경기도 성남시 분당구 미금로 33번길 10 석정빌딩
Phone: 031.711.4880 (내선 480)
Email: ejtech@ejtech.net(대표메일), itkim@ejtech.net(담당자)