GFRP 교량 바닥판의 정적거동에 관한 연구

A Study on the Static Behavior of GFRP Bridge Deck

지 효 선^{1)*}

Ji, Hyo Seon

Abstract

A concept of Modular GFRP(Glass Fiber Reinforced Polymer) deck panel was proposed for bridge decks. The modular GFRP bridge deck system is comprised of main unit module and connector unit module with GFRP flanges and web. Its structural performance under static loading was evaluated and compared with the LUSAS finite element predictions. It was found that the presented GFRP modular panel was very efficient for use in bridges. The failure mode of the proposed GFRP deck was similar when compared with that of commercial other GFRP decks developed.

Keywords : Modular GFRP bridge deck, Unit module, Structural performance, LUSAS

1. 서 론

구조물의 보수 및 보강 재료로서 제한되게 사용되던 FRP(Fiber Reinforced Polymer) 재료는 최근에 구조용 주 부재로 많이 이용되고 있다. 그 이유로서, FRP 재료는 중량이 가볍고 내구성 및 내 부식성이 우수하기 때문이다. 기존의 교량 바닥판은 대부분 콘크리트 재료를 사용하고 있는데 교량의 공용연수 증대와 중차량 교통량의 증가에 따른 여러 가지 열화손상 등으로 인해 바닥판의 설계 수명이 많이 단축되어 유지 관리 및 내구성의 문제 해결의 요구가 증대되고 있다. 이러한 문제를 해결뿐만 아니라 시공성이 매우 우수한 FRP 재료의 특성 때문에 교량 바닥판과 같은 건설 분야에 적용하려는 연구가 국외적으로 활발히 진행되고 있다(Alagusundaramoorthy 등 2006), (Burgueno 등 2001). 국내에서도 FRP 재료를 이용한 교량 바닥판 개발이 진행되어 교량에 적용하는 등 연구가 활발히 이루어지고 있다(박기태 등, 2007), (이성우 등, 2006), (정진우 등, 2005), (Zi 등 2008).

대부분 개발된 FRP 바닥판의 형상이 다실(multi-cell box) 형식의 심재(core)를 갖는 샌드위치(sandwich) 구조 형식이다. FRP 재료의 특성을 살린 구조 형식이다. 그

이유는 FRP 바닥판 특히 유리섬유(Glass fiber)로 제작된 FRP 바닥판은 부재의 강도가 큰 반면에 탄성계수가 작아 처짐에 대한 사용성 검토에서 만족되어야 하기 때문이다. 본 논문에서 제안된 Modular GFRP 교량 바닥판은 콘크리트 바닥판의 1/5인 수준인 경량, 고강도이고 시공자 2~3인이 직접 운반하여 설치하기 용이하게 하며, 바닥판의 폭과 길이를 원하는 대로 조절할 수 있는 형식이다. 본 논문은 제안된 Modular FRP 바닥판의 정적거동 특성을 실험적으로 검증하는 데 그 목적이 있다. 또한 기존의 건설 재료와 달리 비등방성 물성을 보이는 FRP 재료를 이용하여 구조 형식을 개발할 때 간략하게 적용할 수 있도록 설계 기법을 제시하고자 하였다. 끝으로 제안된 GFRP 바닥판과 기존 상용중인 다른 형식을 갖는 GFRP 바닥판과 구조성능을 비교하였다.

2. GFRP 바닥판 설계

2.1 설계 개요

본 논문에서 설계 대상 교량 형식은 Fig. 1의 단면도와 같이 지간 30m, 교폭 9m인 단경간 GFRP 바닥판 플레이

1) 정회원, 대원대학 철도건설과 부교수

* Corresponding author : hsjj@mail.daewon.ac.kr 043-649-3266

• 본 논문에 대한 토의를 2011년 5월 31일까지 학회로 보내주시면 2011년 7월 호에 토론결과를 게재하겠습니다.

Fig. 1 Cross Section of an Example Bridge (unit; mm)

Fig. 2 DB-24 Design Truck Load (MOCT 2000) and Tire Contact Area

Fig. 3 Proposed GFRP Bridge Deck System

트(plate) 거더(girder) 교로 가정하였다. 플레이트 거더(H-900×400×22×2)는 4개이고 거더 간격은 2.5m이다. 거더와 GFRP 바닥판은 전단 연결재에 의해 합성된 것으로 가정하였다.

2.2 설계 기준

FRP 재료 교량의 설계 기준은 국내 및 국외 시방서에도 아직 정립되어있지 않다. 많은 연구를 통해서 FRP 재

료 바닥판 설계에서 주요 설계변수가 바닥판의 처짐이어서 AASHTO LRFD 설계 시방서의 강 바닥판의 처짐 제한인 $L/300$ 과 목재 바닥판의 처짐 제한인 $L/425$ 중 안전성을 고려하여 본 논문에서는 $L/425$ 를 적용하였다(AASHTO 2007). 여기서 L 은 거더 간격을 의미한다. 설계 하중으로서 활하중은 표준트럭 하중(DB-24)이며, 이 때 충격을 고려하기 위해 충격 계수 0.3을 적용하였다. 이와 같은 차륜하중은 Fig. 2와 같이 차륜의 접지면적에 대한 규정에 근거하여 유한요소 모델링시 반영하여 구조 해석 하였다(MOCT 2000).

2.3 GFRP 바닥판 시스템

지금까지 국내외적으로 샌드위치 구조 형태의 단면 형상을 가진 GFRP 재료 바닥판이 개발되어 교량에 적용되고 있음을 1장에서 언급하였다. 본 논문에서는 노후 및 신설 합성형 교량에 GFRP 바닥판을 적용하기 위해 설계 및 제작이 쉬운 다실 형식을 기본으로 두 개의 단위 모듈(unit module)을 사용하여 2~3인이 운반 가능한 단품(Modular deck)을 개발하였다. 그 단위 모듈은 인발성형(Pultrusion) 공정을 통해 제작된다. 본 단품은 접착제 접합으로 교량의 폭 체원에 맞추어 단위모듈로 조립하여 전체 교량 바닥판을 제작할 수 있다. 바닥판과 합성되는 거더는 강재로 만든 거더로 설계하였다. Fig. 3은 GFRP 바닥판의 시스템의 전체적인 개념도를 나타내고 있다.

2.4 적층 설계

FRP 재료는 수지(Resin)와 섬유(Fiber)로 구성되어 있어 구조물의 부재에 대한 적층 설계가 중요하다. FRP 재료의 큰 장점은 섬유의 적층 설계를 통해 부재의 물성을 사용자의 요구대로 설계할 수 있다는 것이다. 적층 설계에 있어서 가장 중요한 요구 사항으로서 구조 부재 두께를 계산하기 위해서 사용하는 수지와 섬유의 중량이다. 설계자가 선택하는 수지와 섬유의 중량에 대한 두께의 값으로 부터 섬유가 수지에 함침된 적층(Lamina)의 두께를 계산할 수 있다. 섬유를 이용한 적층 형태는 종방향인 0° , 횡방향 90° 그리고 사선방향 $\pm 45^\circ$ 로 일반적으로 나타낼 수 있다. 설계자는 FRP 재료 구조 부재의 두께에 맞추어 섬유 방향의 다양한 형태의 적층 설계를 설계할 수 있다. FRP 재료의 물성은 섬유의 분포나 배열에 따라

Table 1 Fiber and Matrix Constituent Material Properties

Material	E (GPa)	G (GPa)	ν	ρ (g/cm^3)
E-glass fiber	72.50	27.60	0.22	2.54
Vinyl ester resin	3.91	1.43	0.37	1.15

Table 2 Layer Stiffness Properties Using Micromechanics Model

	E_1 (MPa)	E_2 (MPa)	G_{12} (MPa)	ν_{12}	V_f	V_m
Rule of mixtures	30823	6222	2201	0.323	0.393	0.607

Table 3 Ply Orientation of Constituent Members for FRP Decks

Ply name	Ply orientation	Thickness	Plies per layer
Flange	$[0^0/90^0/90^0/0^0]^7$	14mm	28
Web	$[0^0/+45^0/-45^0/90^0]^5$	10mm	20

크게 좌우된다. 재료 물성을 추정하는 방법에는 재료역학적인 방법인 혼합법(rules of mixture)과 변분의 원리를 이용한 방법 등이 있으나, 본 논문에서는 섬유와 수지의 함량에 따라 계산되는 혼합법을 이용하였다. 혼합법을 이용하여 계산되는 적층 재료 물성은 다음 식(1) (2)로 구할 수 있다. 섬유와 수지의 부피비는 식(1)과 같이 나타낼 수 있다.

$$V_f = \frac{\frac{w_f}{\rho_f}}{\left\{ \frac{w_f}{\rho_f} + \frac{w_m}{\rho_m} \right\}} \quad (1a)$$

$$V_m = 1 - V_f \quad (1b)$$

여기서, w_f , w_m 은 섬유와 수지의 무게비를 나타내며, ρ_f , ρ_m 은 비중을 나타낸다. 여기서 첨자 f와 m은 섬유와 수지를 나타낸다. 적층 재료의 물성은 식(2)와 같이 나타낼 수 있다.

$$E_1 = E_f V_f + E_m V_m \quad (2a)$$

$$E_2 = \frac{1}{\left\{ \frac{V_f}{E_f} + \frac{V_m}{E_m} \right\}} \quad (2b)$$

Fig. 4 Cross Section Dimensions of Unit Module for FRP Decks (unit; mm)

$$G_{12} = \frac{1}{\left\{ \frac{V_f}{G_f} + \frac{V_m}{G_m} \right\}} \quad (2c)$$

$$\nu_{12} = \nu_f V_f + \nu_m V_m \quad (2d)$$

상기 식에서, E_1 , E_2 는 각 종방향 및 횡방향 적층 재료의 탄성계수를 말하며, G_{12} , ν_{12} 는 면내 전단 탄성계수 및 프와송 비를 나타낸다. 본 논문에서 사용된 FRP 재료는 유리섬유(Glass fiber)와 비닐 에스터(Vinyl ester)를 사용하였으며 각 재료의 물성을 Table 1에 나타내었다.

혼합법을 사용하여 계산된 적층 재료의 물성을 식(1) (2)를 사용하여 Table 2에 나타내었다.

바닥판의 설계 및 제작에 유리한 적층 형태로서 수평부체인 플랜지는 $[0^0/90^0/90^0/0^0]$, 수직부체웨브는 유사등방성(quasi-isotropic) 재료처럼 $[0^0/+45^0/-45^0/90^0]$ 인 적층 형태를 기본으로 하였다. 바닥판 구성 부재의 두께별로 Table 3과 같이 적층 설계를 하였다. 최종적인 단위 모듈 단면 형상은 Fig. 4와 같다.

3. 유한요소 해석 모델

실험의 선행 단계로 범용 유한요소 해석 프로그램인 LUSAS를 사용하여 기하학적 비선형 해석을 수행하여 Fig. 5와 같이 GFRP 바닥판의 거동을 검토하였다. 요소는 Thick Shell 요소(QTS4)를 사용하였다(LUSAS Ver.13.2, 1999). 경계 조건은 단순 지지 그리고 단위 모듈간 접촉은 완전 접촉으로 가정하였다. 하중 모델링에서 차륜 하중은 차륜의 접지 면적의 규정에 따라 모사한

Fig. 5 FE Model of Specimen (LUSAS)

Photo 1 GFRP Modular Deck Panel

Fig. 6 Location of LVDTs and Strain Gauges

요소 모델에 500mm×200mm 인 직사각형으로 채하 하였다. 유한 요소 해석할 때 사용한 물성은 상기 2장 Table 2에서 제시된 적층 재료의 물성을 이용하였다.

4. 실험 방법

본 실험은 인발성형공법으로 제작된 GFRP 교량 바닥 판용으로 사용될 단품에 대해 구조적인 특성을 평가하기 위하여 3점 휨 실험을 대우기술연구소에서 실시하였다. 실험은 사용성 검토를 위한 설계하중 실험 과 구조적 안정성 및 파괴모드를 평가하기 위해 극한하중 실험을 실시 하였다.

4.1 실험체 제작

상기 2.3절에서 제안된 단품 데크의 구성 요소인 각 단위 모듈을 인발성형공법으로 성형하였으며, 실험체의 크기는 실제 설계된 교량 주형(main girder)의 간격(2.5m)을 고려하여 길이 L=3.0m, 폭 B=1.3m로 단품을 제작하였다. 단위 모듈을 면 접합하여 최종적으로 Photo 1과 같이 동일 실험체를 3개 제작하였다.

4.2 가력 및 측정방법

Photo 2 Experimental Setup

MTS 사의 500 kN 용량의 액츄에이터(actuator)를 사용하여 도로교설계기준의 운하중 면적인 500mm×200mm의 크기를 갖는 하중 집지면을 통해 하중을 재하 하였다. 변위 및 변형률 측정을 위해 데이터 로거를 사용하였다. 처음 10kN 까지는 하중제어로 가력 하였으며, 그 이후로는 변위제어로 변환하여 0.05mm/sec의 속도로 하중을 재하 하였다. Photo 2는 GFRP 교량 바닥판용 단품의 휨 실험 전경을 보여 주고 있다. 3m 길이로 제작된 실험체를 2.5m 단순지지로 설치하였다. Fig. 6과 같이 표시된 변위계로부터 변위와 변형률 게이지(gauge)로 부터 변형률을 측정하였다. Fig. 6에 표시된 변위는 바닥판 길이 방향 D1, D2로서 중앙점과 1/4지점

에서 측정하였고, 변형률은 상부는 T1, T2로서 가력점 바로 옆과 1/4지점에서, 하부는 B1, B2로서 중앙점과 1/4지점에서 측정하였다.

5. 결과 및 분석

GFRP 교량 바닥판용 단품 실험체에 대한 3번의 실험을 실시하여 그 결과를 충격 계수 1.3을 포함한 설계 하중 후륜 축하중 124.8 kN에 대해서 중앙점에서 처짐

Table 4 Comparison of Displacement and Strain
(Load=124.8 kN)

	Displacement (D1) (mm)	Strain (B1) ($\mu\epsilon$)
Specimen 1	8.88	1413
Specimen 2	6.28	1004
Specimen 3	5.71	674

Fig. 7 Load-Displacement Response

Fig. 8 Load-Strain Response

(D1) 및 변형률(B1)으로 Table 4에 나타내었다.

Table 4에 나타난 것처럼 각 실험체의 결과는 다소 오차를 보이고 있다. 이러한 결과는 GFRP 바닥판 단품 제작할 때 접착제에 의한 단위 모듈 접착부의 문제로 인하여 발생된 것으로 추정된다. 바닥판의 구조거동 분석을 위해 실험체 3에 대한 실험결과를 다음과 같이 나타내었다.

5.1 하중-처짐 곡선

실험한 결과 충격 계수 1.3을 포함한 설계 하중 후륜 축하중 124.8 kN의 중앙점(D1)에서 처짐값은 5.71mm로 나타났으며, 허용 처짐($L/425$) 5.88mm 이내임을 알 수 있었다. 따라서 설계된 GFRP 바닥판 단면은 처짐 사용성 기준을 만족하는 것으로 평가되었다. Fig. 7은 휨 실험의 하중-변위 선도를 보여 주고 있다.

파괴 하중은 393.2kN이며, 충격계수 1.3을 포함한 DB24 차량 후륜 축하중이 124.8kN 이므로 파괴 하중에 대해 안전율이 3.2이다. 최종 파괴에 도달할 때까지 거의 선형 관계를 나타내고 있다. 최대 내력에 도달하였음에도 불구하고 하중의 증감없이 변형만 지속하는 매우 안정적인 연성적 거동을 나타내었다.

5.2 하중-변형률 곡선

Fig. 8은 상부 및 하부판에 설치된 변형률 게이지로부터 측정한 하중-변형률 선도를 보여주고 있다.

DB-24 차량 후륜 축하중에 대한 하부판(B1)의 측정한 변형률을 가지고서 계산된 응력이 20.77 MPa로서 이는 $[0^0/90^0]$ 로 적층 재료의 최대응력에 대해 안전율이 14.44($300/20.77$)로 나타내고 있다.

5.3 파괴 모드

실험결과 최종 파괴 하중은 393.2kN이며, 이때 수직 변위는 24.52mm로 나타났다. 일반적인 FRP 재료의 특성에 맞게 최종 파괴시까지 소성구역이 없는 선형거동을 나타내 보였다. GFRP 바닥판 상부 플랜지의 하중 재하부 주변에서 국부적인 편칭(punching)파괴가 발생하는 파괴 모드를 보였다. Photo 3은 상부 플랜지 하중 재하부의 국부적인 편칭 파괴후의 복원된 모습을 보여 주고 있으며, 복원성이 매우 양호하며 복원 후에는 심하게 파손된 경우

Photo 3 Failure Patterns around the Loading

Photo 4 Failure of the Web-Flange Connection

를 찾아보기 어려운 정도이다. 이것으로 부터 FRP 재료가 외부 강도에 에너지 흡수 능력이 매우 뛰어남을 알 수 있다.

Photo 4는 최종 파괴 하중(39.32kN) 작용시 상부 플랜지와 웨브의 국부적인 파괴 형태를 보여주고 있다.

이처럼 GFRP 바닥판의 웨브 접착부의 파괴가 주 파괴 메카니즘(mechanism)임인 것으로 보여 진다. 따라서 이 부분에 대한 향후 피로 실험의 후속 연구가 이루어 져야 할 과제이다. 특히 사향으로 파괴 하중에 근접할 때 부분적으로 보강섬유가 파단되면서 하중의 등락폭이 불규칙하게 감소되는 현상을 Fig. 7에서 확인할 수 있었다.

5.4 FE 해석

힘 실험체의 해석적 검토를 위해 GFRP 바닥판의 휨 성능 실험과 동일한 조건으로 유한요소 해석 프로그램인 LUSAS(LUSAS Ver. 13.2 1999)를 사용하여 수치해석을 실시하였다. 충격 계수 1.3을 포함한 설계하중 DB-24 차량 후륜 축하중 124.8 kN에서 해석을 실시하

Table 5 Comparison of Displacement and Strain (Load=124.8 kN)

	Displacement (D1) (mm)		Strain (B1) ($\mu \epsilon$)	
	Experiment	LUSAS	Experiment	LUSAS
Specimen 3	5.71	5.20	674	706

Table 6 Comparison of Failure Load

	Failure load(kN)	
	Experiment	LUSAS
Specimen 3	393.2	533.3

였으며, Thick Shell(QTS4) 요소를 사용하여 Table 5와 같이 지간 중앙점(D1)에서 실험 결과와 비교 분석하였다. 비교 분석 결과 변위에 있어서 해석 결과보다 실험 결과가 9.8% 높게 나타났고, 변형률에 있어서는 8.16% 적게 나타났다.

또한 파괴하중에서 해석을 실시하였으며 실험결과와 비교분석하여 Table 6에 나타내었다. 해석 결과가 실험 결과보다 35% 정도 크게 나타났다.

이러한 결과는 GFRP 바닥판 단품 제작할 때 접착제에 의한 단위 모듈 접착부의 구조적 일체성을 완전히 확보하지 못하여 발생된 것으로 추정된다. 즉 주 모듈과 연결 모듈이 접착시킬 때 충분한 전단 강성을 확보해 주지 못한 것으로 판단된다. 따라서 GFRP 단품의 구조적 일체성을 확보하는 제작상의 품질 확보가 무엇보다도 중요하다고 생각된다.

5.5 기존 상용 GFRP바닥판과 비교

본 논문에서 제시한 GFRP 바닥판과 대표적인 다른 상용 GFRP 바닥판과의 비교를 위해 미국의 CP사 Super deck와 MMC사 DuraSpan을 사용하였다 (Alagusundaramoorthy 등 2006), (MMC 2005). 바닥판의 휨강성은 다음 식 (3)을 사용하여 계산하였다.

$$\delta_{L/2} = \frac{PL^3}{48EI} + \frac{PL}{4GA_w} \quad (3a)$$

$$\delta_{L/4} = \frac{11PL^3}{768EI} + \frac{PL}{8GA_w} \quad (3b)$$

여기서, $\delta_{L/2}$, $\delta_{L/4}$ 은 각 지간 중앙점과 L/4 지점에서 실험으로 구한 처짐이다. P 는 실험하중(N), L 은 지점

Table 7 Data of other GFRP deck for comparison

Deck system	Depth (mm)	Deflection Reported	Flexural Rigidity [$Nm^2(\times 10^6)$]
Superdeck	203	L/530	9.83
DuraSpan	203	L/450	4.28
Proposed deck	200	L/438	7.11

간 거리, EI 은 휨강성, 그리고 GA_w 은 전단강성이다.

다른 기존 상용 GFRP 교량 바닥판과 비교한 결과를 Table 7과 같이 나타 내었다.

처짐은 비교 GFRP 교량 바닥판 모두 본 실험의 기준으로 적용하였던 AASHTO LRFD 설계 시방서의 바닥판의 처짐 제한인 $L/425$ 이내임을 확인 되었다. 그러나 비교 GFRP 교량 바닥판이 동일한 바닥판의 두께이지만 휨 강성에 있어서 다소 차이를 보이고 있다. 이러한 차이는 기존 비교 대상 상용 바닥판시스템 단면 형상이 다실 (multi-cell box) 형식이지만 단면 형태가 서로 다르므로 GFRP 바닥판 설계할 때는 휨 강성 증대를 위한 바닥판 단면 형상 설계가 상당히 요구된다.

6. 결 론

본 논문에서는 제안된 조립식 GFRP 바닥판의 구조 성능을 실험적으로 검증하고 그 특성을 파악하기 위해 정적 휨 실험을 실시하였다. 실험 결과 충분한 휨 성능과 구조적 안전성을 보유하고 있으며, 교량 바닥판으로 사용하기에 그 적용성과 효용성이 있음을 확인할 수 있었다. 차량 하중 재하부분 주위에 국부적인 파괴 양상을 보였지만 충분한 안전성을 보였다. 그러나 하중이 최대값에 도달하면서 바닥판의 웹 구성 요소가 일부 파괴되면서 바닥판의 전체 파괴를 유도하는 형태를 보이고 있는 데 이 부분에 대한 보완 연구가 충분히 이루어 져야 할 과제이다. 그리고 구조 성능에서 제안된 GFRP 바닥판이 기존 상용중인 GFRP 바닥판 과 비교하였을 시 동일한 바닥판의 두께에서 바닥판의 형상에 따라 휨 강성에 있어서 다소 차이를 보이고 있어 휨 강성 증대를 위한 단면 형상 설계가 요구

된다. 향후 피로 실험을 통하여 단위 모듈간의 접착제 연결부분에 대한 파괴 형상의 변화가 세밀하게 관찰되어할 것으로 보여 진다.

감사의 글

본 연구는 한국LH공사에서 지원하는 중소기업 기술개발 지원 사업으로 수행되었으며, 연구지원에 감사드립니다.

참고문헌

1. 박기태, 황윤국, 이영호, 정진우, “최적설계 알고리즘을 이용한 교량용 FRP 바닥판의 기본 단면형상 제안”, 구조물진단학회 논문집, 제11권, 제2호, 2007, pp.93-102.
2. 이성우, 김병석, 조남훈, “인발성형 중공단면 복합소재 교량바닥판의 구조적 특성분석”, 대한토목학회논문집, 제26권 제1A호, 2008, pp.35-43.
3. 정진우, 김영빈, 이재홍, “GFRP 복합재료를 이용한 조립식 교량 바닥판의 실험 연구”, 한국강구조학회논문집, 제17권, 3호, 2005, pp.337-346.
4. Alagusundaramoorthy, P., Harik, I. E. and Choo, C. C. “Structural behavior of FRP composite bridge deck panels” ASCE Journal of Bridge Engineering, Vol. 11, No. 4, 2006, pp.384-393.
5. Burgueno R., Karbhari V. M., Seible F. and Kolozs R. T., “Experimental dynamic characterization of an FRP composite bridge superstructure assembly,” Composite Structures, Vol. 54, 2001, pp.427-444.
6. Zi, G., Kim, B. M., Hwang, Y. K. and Lee, Y. H., “An experimental study on static behavior of a GFRP bridge deck filled with a polyurethane foam”, Composite Structures, Vol. 82, 2008, pp.257-268.
7. AASHTO LRFD. AASHTO LRFD bridge design specifications, 4th Ed., AASHTO, Washington D.C. 2007.
8. LUSAS, Version 13.2, FEA Ltd., 1999.
9. Martin Marietta Composites (MMC), Ltd. DuraSpan Fiber-Reinforced Polymer Bridge Deck System <http://www.martinmarietta.com/products:2005>.
10. MOCT. Standards specifications for highway bridge, 2nd Ed., Ministry of Construction and Transportation, Korea, 2000.

(접수일자 : 2010년 12월 6일)

(1차 수정일자 : 2011년 1월 19일)

(2차 수정일자 : 2011년 2월 8일)

(심사완료일자 : 2011년 2월 24일)

요 지

본 연구에서 교량바닥판용으로 조립식(Modular) 유리섬유 보강(GFRP) 바닥판의 개념을 제안하였다. 본 조립식 GFRP 바닥판시스템은 GFRP 주 단위모듈(unite module)과 연결 단위모듈로 구성되어 있다. 본 GFRP 바닥판의 구조성능을 평가하기 위해 정적하중실험을 실시하였다. 그리고 구조성능 결과에 대해서 범용 유한요소 프로그램인 LUSAS을 이용한 수치해석 결과와 비교 분석하였다. 본 연구에서 제안한 조립식 GFRP 바닥판은 교량적용에 매우 유용할 수 있음을 확인할 수 있었다. 제안된 GFRP 바닥판의 파괴모드가 개발된 다른 상용화된 GFRP 바닥판의 파괴모드와 매우 유사한 파괴모드 나타내었다.

핵심 용어 : 조립식 GFRP 교량바닥판, 단위모듈, 구조성능, LUSAS.