GFRP 引き抜き成型材を用いた歩行者用床版橋に関する基礎的研究

東京都立大学大学院　学生員　神原由紀
東京都立大学　フェロー　前田研一　　正会員　中村一史
ＩＨＩ　正会員　北山暢彦　　旭硝子マテックス　　林耕四郎

1. まえがき　近年，土木構造物における架設作業および維持管理などの合理化の重要性が指摘されており，そのような中，繊維強化プラスチック（FRP）が土木構造材料として注目されている．なかでも，GFRP は着実に実績を積みつつあり，比重が 2.0 以下と超軽量で，架設時には従来の仮設機材に比べ小規模なもので十分対応でき，切断・孔空けが容易で加工性が良く，現場での作業性に優れている，また，紫外線などによる表面劣化を防護するためにゲルコートと呼ばれる被覆層を必要とするものの，塩害など環境面で極めて不利な地域への適応性が高いなどの特徴がある．加えて引き抜き成型材の生産技術も飛躍的に向上し，大型断面材を製造することができるようになってきており，歩道橋の主桁に GFRP 引き抜き成型材を用いることも可能になってきたが，鋼に比べ弾性係数がかなり小さいため，断面に生じる応力ではなく，活荷重に対するたわみにより主桁断面が決定される可能性が高いことが問題点となっていた．これらの状況を踏まえ，本研究では，前回の２主桁橋タイプ[1)]に引き続き，床版橋タイプの単径間歩道橋について，既製品の GFRP 引き抜き成型材を用いた試設計を有効幅員を変えて行い，主桁の断面構成を検討して，たわみ制限を満たす限界支間長を把握するとともに，たわみを抑制し，経済性を高めるための改善策を提案することを目的とした．

2. 材料特性と設計条件　試設計に用いた各部の GFRP 引き抜き成型材の材料特性を**表-1** に示す．アスファルト舗装を除き，全ての部材を GFRP 引き抜き成型材によるものとした．設計基準は立体横断施設技術基準・同解説（Ｓ）を用い，単径間歩道橋を対象に，次の 2 構造形式（単純支持形式，両端固定形式）を考えた．

形式①　：単純支持形式 2 主桁橋（支間長 L，単一断面）（**図-1 a**）参照）

たわみ　$\delta = \dfrac{5pL^4}{384EI} < \dfrac{L}{600}\ (mm)$　　振動数　$f = \dfrac{1}{2\pi} \times \pi^2 \times \sqrt{\dfrac{EI}{mL^4}} \neq 1.5 \sim 2.3\,(Hz)$

形式②　：両端固定形式 2 主桁橋（支間長 L，単一断面）（**図-1 b**）参照）

たわみ　$\delta = \dfrac{1pL^4}{384EI} < \dfrac{L}{600}\ (mm)$　　振動数　$f = \dfrac{1}{2\pi} \times 4.73^2 \times \sqrt{\dfrac{EI}{mL^4}} \neq 1.5 \sim 2.3\,(Hz)$

各形式のたわみ制限，振動使用性確保の条件は上述のとおりである．両端固定形式では，ステージング支持状態で両端ゴム支承の外側において主桁をアンカーボルトを用いて定着することによって，負反力に抵抗できる構造とした．すなわち，主桁の断面決定に支配的なのはたわみ制限であることから，両端固定形式とすることによって，たわみの抑制を図ったものである．なお，活荷重は 3.5kN/m^2，温度変化は±30℃とした．

表-1　GFRP 引き抜き成型材の材料特性

	弾性係数 E（GPa）	曲げ強度（MPa）	比重	線膨張係数（/℃）
主桁（床版を含む）	30	260	1.9	1.0×10^{-5}
地覆，高欄	30	260	1.6	0.7×10^{-5}

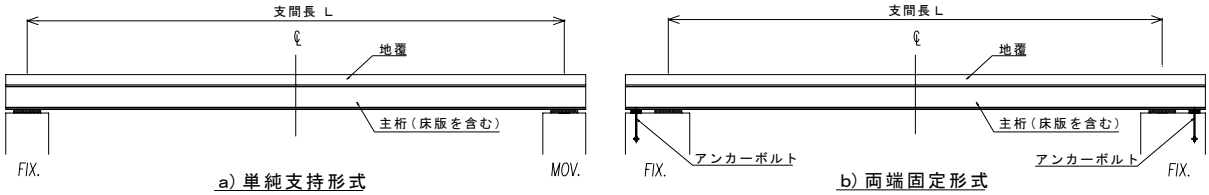

図-1　構造形式

Key Words：GFRP，引き抜き成型材，歩道橋，床版橋
連絡先：〒192-0397　東京都八王子市南大沢 1-1　TEL. 0426-77-1111　FAX. 0426-77-2772

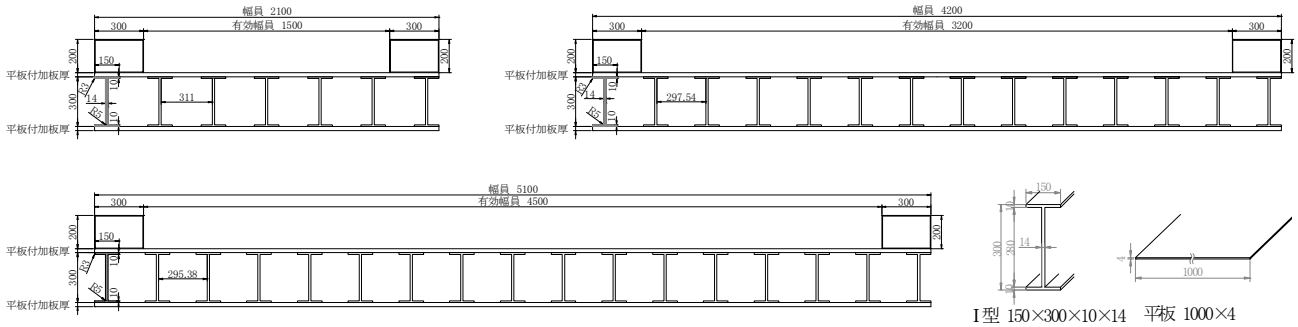

図-2　主桁断面図

表-2　限界支間長（m）

支持形式	有効幅員（m）	平板付加板厚（mm）				
		4×2	8×2	16×2	20×2	24×2
単純支持形式	1.5	9.0	10.1	11.9	12.7	13.4
	3.6	8.5	9.5	11.2	11.9	12.5
	4.5	8.4	9.4	11.1	11.8	12.5
両端固定形式	1.5	15.5	17.3	20.3	21.6	22.9
	3.6	14.5	16.3	19.1	20.4	21.4
	4.5	14.4	16.1	19.0	20.2	21.3

※ ×2 は Deck Pl.，Bottom Pl. の付加板厚の合計を意味する．

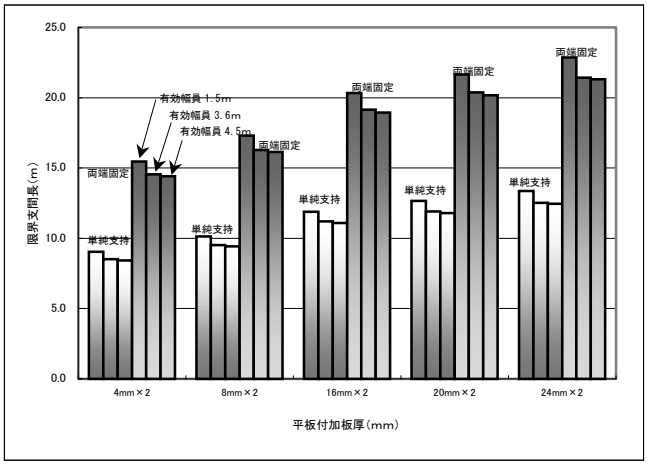

図-3　限界支間長の比較

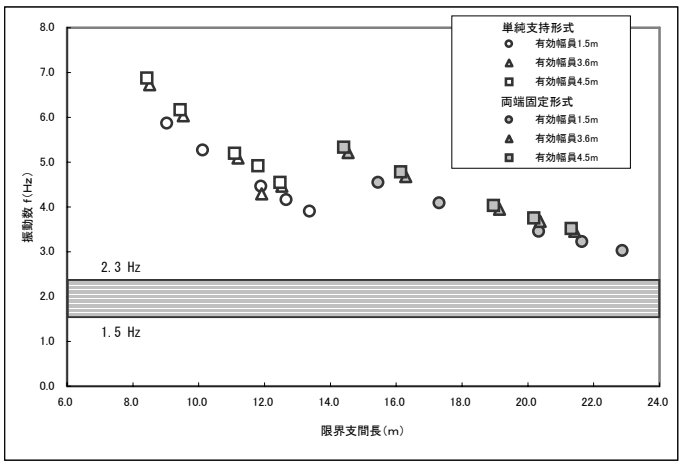

図-4　振動数の比較

3. 試設計結果　試設計結果の一部として，両形式共通の主桁断面図の一例を有効幅員 1.5m，3.6m，4.5mの場合について**図-2** に示す．図のように主桁断面の構成は，既製品として最大級の I 型材（150×300×10×14）と平板材（1,000×4）の組合わせによるものとした．すなわち，Deck Plate 又は Bottom Plate として，平板材を I 型材の上下フランジに付加することを考え，平板材を接着剤で貼り合せることによって平板付加板厚を増加させるものとした．平板材と I 型材フランジの接合，および，橋軸方向の連結部の継手には，ブラインドリベットを用いるものとした．**図-2 の**主桁断面について限界支間長を**表-2** に，それらの比較図を**図-3** に示す．両端固定形式とすることで，支間長 20m程度まで可能となることが解る．**図-4** は，限界支間長とその最低次の固有振動数の関係を表したものであり，振動使用性の点からも問題はないことが確かめられる．

4. あとがき　単純支持形式，両端固定形式の２形式について，床版橋タイプの歩道橋の試設計を行った結果，たわみ制限を満たす適用可能な限界支間長を明らかにすることができた．主桁断面構成は，既製品の GFRP 引き抜き成型材を組み合わせたものであり，種々の課題は残されているものの，実現性は高いといえよう．

参考文献　1)神原，前田，中村，宇野，北山，明嵐：GFRP 引き抜き成型材を用いた歩道橋に関する基礎的研究，第 57 回土木学会全国大会年次学術講演会講演概要集，2002.9.