# 新形式 GFRP 歩道橋に用いる I 形引き抜き成形材のせん断変形特性と曲げ破壊強度

首都大学東京大学院 学生員 崔 賢・学生員 高野 徹 首都大学東京 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 正会員 林耕四郎・渡邉哲也

## 1. まえがき

著者らは,軽量性,耐食性,着色性などに優れたガラス繊維強化プラスチック(GFRP; Glass Fiber Reinforced Plastic)の引き抜き成形材を用いた床版橋形式歩道橋を新たに開発し,その実現性を確かめてきた<sup>1)</sup>.本形式の場合,たわみで断面決定されるが,応力度照査ではヤング係数が大きい I300 材のフランジ部分の曲げ応力が支配的となることが解っている.そこで,本研究では,ショートビーム法を応用して I300 材のマクロな断面剛性を同定するともに,曲げ破壊特性を検討して安全性を評価した.

## 2. 新形式 GFRP 歩道橋の提案と試設計

提案した新形式 GFRP 歩道橋は,梁背 300mmの I 形材(I300)と最大幅1,000mm,層厚 4mm のシート材(F1000) を用い,工場建屋内においてプレス下で接着接合することとし,それらが一体化された断面を抵抗断面と した.経済性を左右するたわみを大幅に低減するために,アンカーボルトによる擬似的な両端固定支持条 件の導入も提案した.試設計歩道橋モデルの断面と側面を図-1,2に示し,材料物性値を表-1に示す.

## 3. I 形引き抜き成形材の断面剛性の同定とせん断変形特性

GFRP 引き抜き成形材 I300 の曲げ載荷試験を行い,ショートビーム法(JIS K 7057)を応用して、マクロ な断面剛性を求めた.この応用試験法は、4 点曲げ載荷を支点から載荷点までの距離を変更して行い、中 央点での鉛直変位  $z_c$ を計測して、式(1)を用いることにより、 <u>一</u> $Z_c = -\frac{a^3}{12EI} + \left(\frac{L^3}{16EI} + \frac{\kappa}{2GA}\right)a$  (1) L は支間長で 4.0m とし、P は荷重、a は支点から載荷点までの距離、  $\kappa$  はせん断補正係数(=1.77)、I は断 面 2 次モーメント、A は断面積を表している.

図-3は、I300 材試験体のセットアップ状況を示したものである.載荷には、静的載荷能力 1,000kN の油 圧サーボ式アクチュエータを使用し、荷重制御 1kN /sec で連続的に試験を行った.中央点での鉛直変位 *zc*は、ひずみ変換の高感度変位計によって計測した.動ひずみ計のデータ収集には、デジタルレコーダを 使用し、収録はサンプリング間隔 0.01sec で行った.

図-4は、たわみ剛性の逆数 △z<sub>c</sub>/ △P と支点から載荷点までの距離 a の関係を示したものである.同定の 結果,マクロな曲げ弾性係数は 35.63GPa となり,I300 をフランジとウェブの合成断面として換算した曲げ 弾性係数 33.21GPa と比較的良い精度で一致した.また、同定したせん断弾性係数は 3.2GPa で小さいと なり、たわみに及ぼすせん断変形の影響が無視できないことも確かめられた。



Key Words:GFRP,歩道橋,引き抜き成形材,せん断弾性係数,曲げ破壊強度 連絡先:〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 TEL. 0426-77-1111(内線:4564) FAX. 0426-77-2772



## 4. I形引き抜き成形材の曲げ破壊特性と安全性の評価

GFRP引き抜き成形材 I300 の 4 点曲げ載荷試験において,支点から載荷点までの距離 a=1200mm とした場合について,荷重を最終的に破壊に至るまで載荷する曲げ破壊試験を行った.その結果, Pmax=216.3kNでウェブに引き抜き方向の割れが生じて破壊した.

ショートビーム法を応用した試験法により得たマクロな断面剛性を用いて、中央部のたわみの理論値を 求めた結果、図-5 に示すように、中央部の荷重-鉛直変位関係において、理論値と試験値はほぼ一致するこ とを確認できた.写真-1 は最大荷重時の I300 試験体の破壊状況を示したものである.写真から解るよう に、I300試験体は圧縮応力による破壊を起こすことが解り、その圧縮強度を求めた結果214.7MPaとなり、 材料試験片の圧縮試験から得た圧縮強度 439.7 MPa よりかなり小さかった.図-6 は、破壊に至るまでの 2-2 断面(図-3)における垂直応力分布を示したものである.図により、I300 材の断面は平面保持することが 解る.図-7 は、I300 試験体の 1-1 断面(図-3)のせん断応力分布を示したものである.図より、P=50kN ま では断面のせん断応力分布は理論値と試験値がほぼ一致するが、荷重の増加に伴って両者の差異は大きく なり、試験値が非線形性を示すことが解る.図-8 は、I300 試験体の 1-1 断面(図-3)のせん断応力と荷重の 関係を示したものである.図より、せん断変形も非線形性を示すことが解る.

試設計の結果に基づいて圧縮強度に対する安全率を求めた結果, 主桁(床版)全断面を抵抗断面とすると 安全率は 6.22 になった.これに対して, F1000 材と I300 材の接着接合が剥れた場合を想定して, I300 材のみを抵抗断面としても安全率は 2.18 となり, 十分に安全性を確保できることが確かめられた.

#### 5. あとがき

以上のことから,提案した新形式 GFRP 歩道橋に適用した I 形材(I300)のマクロな断面剛性とせん断変 形特性,及び曲げ破壊強度が把握できた.さらに,仮に接着接合が劣化して,I 形材のみ有効な抵抗断面 となったとしても,十分な安全性を確保できることが確かめられた.

#### 参考文献

- 1)前田研一,北山暢彦,中村一史,林耕四郎,梶川康男:GFRP引き抜き成形材を用いた歩道橋の開発と使用性, 構造工学論文集,Vol.50A,土木学会,2004.
- Xian Cui, K. Maeda, H. Nakamura, N. Kitayama, T. Watanabe : Structural Characteristics of Pedestrian Slab Bridge Using GFRP Pultrusion Profiles, Proc. of International Colloquium on Application of FRP to Bridges, JSCE, 2006.1.