

GFRP 製伸縮装置の開発および耐荷性能

九州大学	学生会員	○石本昌大
九州大学大学院	フェロー会員	日野伸一
(株)宮地鐵工所	正会員	久保圭吾

九州大学大学院	正会員	山口浩平
(株)西日本高速道路	正会員	今村壮宏

1. 目的

伸縮装置とは橋梁の路面端部に設置されるもので、気温の変化による橋梁の伸縮、地震時および車両の通行にともなう橋梁の変形を吸収し、自動車や人が支障なく通行できるようにするものである。伸縮装置は、補修サイクルが15年以内に集中しており、年間の補修量が非常に多いことが現状である¹⁾。近年では、ゴム、鋼材の劣化から漏水が発生することによる橋梁内部の腐食が、大きな問題として挙げられている。また、伸縮装置の補修は交通規制渋滞の誘発を招くため、迅速な施工が求められている。

そこで本研究では、伸縮装置としてGFRP（ガラス繊維強化ポリマー）の適用を検討した。GFRPは軽量で耐食性に優れており、また様々な形状の製作に対応ができるという特性がある。本研究では、GFRPを用いた伸縮装置の耐荷性能および破壊形態を検討した。

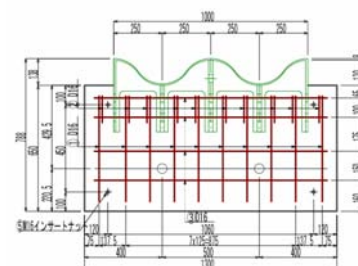
2. 実験概要

供試体概略図を図-1に示す。実際の伸縮装置の片側を模擬した PBL 構造の供試体である。設計条件の安全率は 3 とした。歯形部の突出長は最小遊間量を 20mm とし、設計伸縮量 100mm、余裕量 10mm と足し合わせ 130mm とした。道路橋示方書に従い輪荷重を 100kN、輪荷重面積を 200mm×500mm とし、最も負荷が大きい輪荷重が遊間部を除く歯形部に等分に作用する場合を想定した。中心基準である伸縮量 50mm 時の遊間量での荷重載荷面積から輪荷重の単位荷重を求め、単位荷重を歯形部の面積と掛け合わせ設計荷重 92.9kN を求めた。PBL の孔間隔および高さは、孔中コンクリートとの接触による破断を防ぐため孔径、コンクリート圧縮強度、ジベル板厚、GFRP のせん断強度から算出して設計した。孔あきジベルの 1 枚当たりの必要孔数は設計荷重での応力度の照査より、孔一個当たりの許容せん断力、ジベル板厚、ジベル孔位置の応力度、ジベル高さより 1.4 個と算出された。そのため、歯形部の凸部には 3 つ、凹部には孔を 2 つずつ設けた。

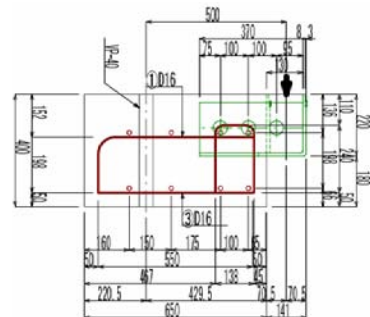
写真-1 に打設前の配筋状況を示す。一部の孔には貫通鉄筋を配置している。材料特性値を表-1、試験状況を写真-2 に示す。PC 鋼棒により供試体を片持ち支持し、静的載荷した。検討項目は、(1) 耐荷力の確保 (2) 破壊形態 (3) 構造細目の 3 点である。

4. 結果および考察

歯形部先端の荷重-変位関係を図-2に示す。実験値の破壊荷重は設計荷重の7.34倍と大幅に上回っており、安全な設計であると考えられる。図-2の荷重-変位関係において、140kN付近で一時的な荷重の減少が見られる。設計計算では、135kNで曲げモーメントの作用による歯形部の重心位置（歯形部とコンクリートブロックの境界部から歯形部先端方向に突出量の1/3の位置）でのコンクリートのひび割れを想定しており、概ね設計通りにひび割れが生じたと考え



(a) 上面図



(b) 側面図

図-1 供試体概略図

表-1 材料特性值

種類	圧縮強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	ヤング係数 (kN/mm ²)
D16	—	400	200
GFRP	—	106	10.0
コンクリート	40.9	3.12	28.6



写真-1 配筋状況



写真-2 試験状況

られる。

図-3 に歯形部の内側（コンクリート接触側）および外側の 100kN 時、600kN 時の歯形部下面からの距離-水平方向のひずみ関係を、図-4- (a) に赤丸でひずみ測定高さ位置を示す。設計荷重付近の 100kN 時には内側と外側で対称な挙動を示していたが、終局状態に近い 600kN 時には外側に向けて大きく引張が生じていることが確認できる。600kN 時には母材が外側に向けて曲がっていることに加え、母材自身が伸びていると考えられる。

図-4 に (a) 100kN 時 (b) 600kN 時のそれぞれの主ひずみの値および方向を示す。どちらも供試体前方に向かい引張が作用し、ジベル上部の値が下部に比べ大きいことから、板曲げが生じていることが確認できる。100kN 時に比べ、600kN 時は板が供試体前方に向かって引っ張られている理由として、ジベル上面のコンクリートがひび割れて応力性状が変化したためと考えられる。

写真-3 に試験終了後の供試体上面のひび割れ状況を示す。供試体上面に番号で示す 3 箇所の大きなひび割れが確認できた。ひび割れ箇所は①歯形部の重心②載荷板の端（歯形部とコンクリートブロックの境界部）③2 番目の孔が位置するコンクリート上面であった。載荷板下のひび割れがいつ、どの順番で発生したのか確認できなかったが、すべてのひび割れは曲げモーメントの作用による引張りひび割れであると考えられる。また、歯形部の載荷板の両端部分に破断が生じていることが確認できた。破断箇所は 2 枚の GFRP の板で構成されている接合部であり、構造上弱点ではあるが、破断が起きたのは破壊した際の衝撃によるものと考えられる。試験終了後の供試体状況からは破壊モードを確認できなかったが、ジベルのひずみ発生状況からジベルの破断により破壊したと考えられる。

写真-4 に中央ジベルの破断状況を示す。はつりの結果、最も水平方向の引張りひずみが発生していた中央ジベルの先端の孔上部で、ジベルの孔につながる破断が確認できた。写真-3 の②で示す歯形部とコンクリートブロックの境界部のひび割れが最も大きかったが、これはジベルの破断によりひび割れが大きくなったと考えられる。

5. まとめ

今回の試験により、GFRP を用いた伸縮装置の耐久性は高く、設計は安全であることが確認できた。今後の予定は、同供試体の上面とジベルの間に D6 の鉄筋を入れ静的載荷試験を行い、ひび割れ発生状況および破壊モードの確認、FEM 解析によるジベルの板曲げ状況の確認である。また、PBL 引抜載荷試験を行い、GFRP 製ジベルの適用性を確認する。

参考文献

1)関口幹夫, 西尾信郎, 竹田敏憲: 道路橋および歩道橋の補修履歴と健全度の現状分析, 土木技術支援・人材育成センター年報 調査研究編, pp. 140-143, 2004 年

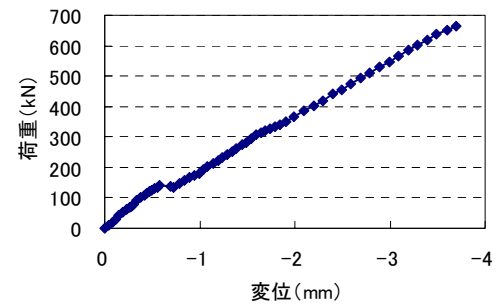


図-2 荷重-変位関係

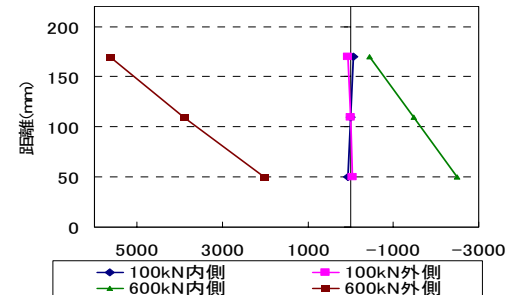
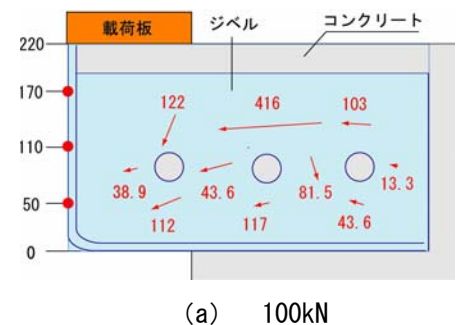


図-3 ひずみ分布



(a) 100kN



(b) 600kN

図-4 主ひずみベクトル図



写真-3 ひび割れ状況



写真-4 破断状況