

GFRP を用いた橋梁用伸縮装置の静的耐荷性能

九州大学大学院 正会員 ○山口浩平 九州大学大学院 フェロー会員 日野伸一
 (株)西日本高速道路 正会員 今村壮宏 宮地エンジニアリング 正会員 久保圭吾
 九州大学大学院 学生会員 宅島大貴

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伴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。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なっている。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。一方、GFRP（ガラス繊維強化ポリマー）は軽量で耐食性に優れており、また様々な形状に製作できるという特長がある。しかし GFRP を用いた伸縮装置に関する研究はほとんど行われていないのが現状である。そこで本研究では、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. 試験概要

試験体は TYPE-A と TYPE-B とし、TYPE-B は中央ジベルの孔数を 2 つとし TYPE-B のみ図中①部の W ジベル側に突き合わせ部を設け、赤線で示す場所にダミー鉄筋を設けた。TYPE-A の供試体概略図を図-1 に示す。実際の伸縮装置の片側を模擬し、接合方法に PBL（孔あき鋼板ジベル）構造を用いた供試体で

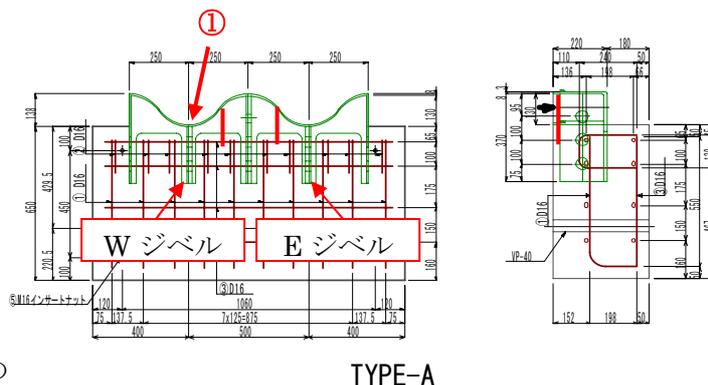


図-1 供試体概略図

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、ジベル高さより 1.4 個と算出された。



写真-1 試験状況

写真-1 に試験状況を、表-1 に材料特性値を示す。PC 鋼棒により供試体を片持ち支持し、載荷した。

3. 結果および考察

GFRP を用いた PBL のせん断耐力式は存在しないため、複合構造標準示方書¹⁾に記載されている鋼材を用いた PBL のせん断耐力式を設計式として設計荷重を算定した。実験の破

表-1 材料特性値

		圧縮強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	ヤング係数 (kN/mm ²)
TYPE-A	GFRP	-	106	10
	コンクリート	40.9	3.12	28.6
TYPE-B	GFRP	-	106	10
	コンクリート	47.5	3.63	34.2

キーワード：GFRP, 伸縮装置, 静的載荷試験, 孔あきジベル

連絡先：〒819-0395 福岡市西区元岡 744 ウエスト 2 号館 建設設計工学研究室

壊荷重は TYPE-A では設計荷重の 7.36 倍、TYPE-B では 9.77 倍と大幅に上回っており、GFRP を用いた伸縮装置を設計する際、鋼材の設計基準で安全な設計が可能であると考えられる。歯形部先端の荷重-変位関係を図-2 に示す。同図の荷重-変位関係において、TYPE-A では 140kN 付近で、TYPE-B では 200kN 付近で一時的な荷重の減少がみられた。その理由としてはひび割れが発生したためであると考えられる。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 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られる。TYPE-B では先端の変位に目立った減少は見られなかったが、コンクリート部のひずみが 195kN 付近で増加より 195kN 付近でひび割れが生じたと考えられる。

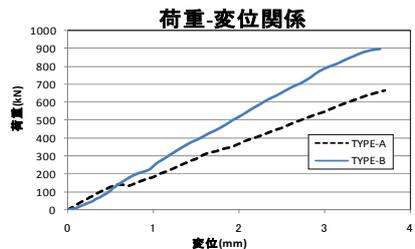


図-2 荷重-変位関係

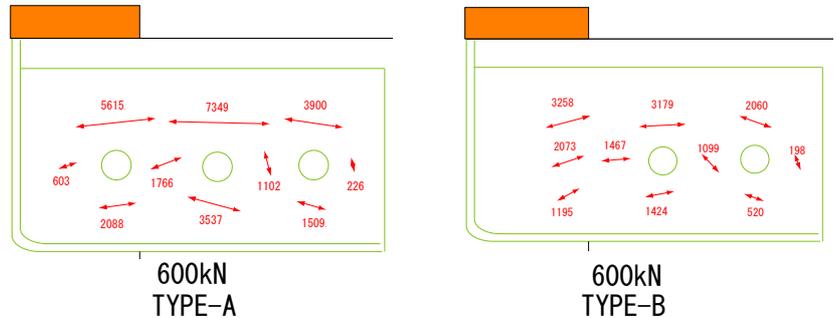


図-3 主ひずみ分布

図-3 に 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。また、TYPE-A に比べ TYPE-B のひずみが小さくなっているのは先端の孔を減らしたためと考えられる。主ひずみの方向については TYPE-A と TYPE-B で大きな差は見られなかった。

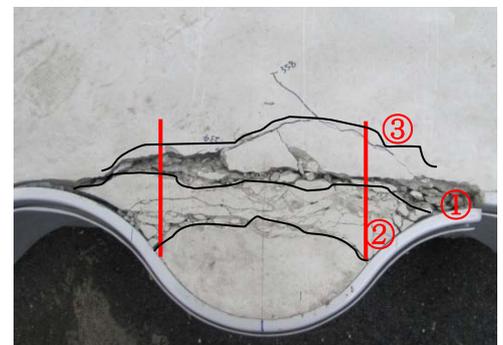


写真-2 ひび割れ状況

試験終了後の TYPE-B の供試体上面のひび割れ状況を写真-2、ダミー筋の荷重-ひずみ関係を図-4、図-5、中央ジベルの破壊状況を写真-3、W ジベルの破壊状況を写真-4 に示す。供試体上面には 3 か所の大きなひび割れが確認できた。ひび割れの順番については、ダミー筋のひずみより①載荷板の端②先端の孔が位置するコンクリートの上面③歯形部の重心であった。W ジベル側の方が E ジベル側よりも荷重が小さかったのは W ジベル側に設けた突き合わせ部の影響と考えられる。写真-3 より先端の孔上部でジベルの孔に至る破断が確認できた。また、W ジベルに設けた突き合わせ部における破断も確認できた。

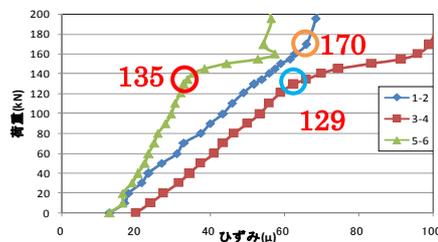


図-4 ダミー筋(Wジベル)

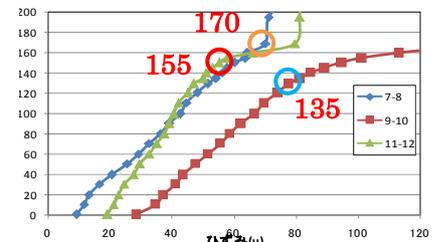


図-5 ダミー筋(Eジベル)



写真-3 破壊状況(中央)

写真-4 破壊状況(Wジベル)

4. 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。今後は FEM によるひび割れ発生状況、破壊モードおよびジベルの板曲げ状況などを検討する。

参考文献 1) 土木学会：複合構造標準示方書，2009。