

論文 アラミド繊維シート補強による RC 桁の曲げ剛性回復

松元香保里*1・藤田学*2・中井裕司*3・藤原保久*4

要旨: 本稿では、RC 桁の曲げ剛性に関して、桁の固有振動数に着目し、固有振動数と劣化・損傷程度との関係、およびアラミド繊維シート補強による曲げ剛性の回復について検討を行った。その結果、劣化・損傷した RC 桁をアラミド繊維シートで補強すると、曲げ剛性は有効曲げ剛性に換算して30%程度増加すること、増加した曲げ剛性は、初期の曲げひび割れ荷重時に初期降伏剛性まで低下することが分かった。また、RC 桁の固有振動数と有効曲げ剛性は高い相関が見られた。

キーワード: アラミド繊維シート、曲げ剛性、衝撃加振試験、固有振動数

1. はじめに

アラミド繊維シートは、既設 RC 橋脚の耐震補強としてじん性・せん断補強のみならず、曲げ補強としても利用されている。材料レベルの観点にたてば、アラミド繊維シート自体の剛性は小さいため、シート接着による剛性付与は微小と考えられる。しかしながら、劣化・損傷により曲げ剛性の低下した既設橋脚を、アラミド繊維シートで軸方向に補強した場合、ひび割れ間のテンションスティフィネスは向上するため、曲げ剛性の回復が期待できる。

本稿では、この補強効果を確認することを目的として、人工的な損傷を与えた RC 桁をアラミド繊維シートにより補強し、この時の曲げ剛性の回復について検討した。評価方法は、衝撃加振試験により固有振動数と固有振動モードを同定し、桁の曲げ剛性を推定する方法である。この評価方法は、構造物が劣化・損傷した場合、健全

時に比べ固有振動数が低下する特性を利用したもので、構造物の健全度調査における非破壊試験で用いられている。

2. 試験方法

2.1 試験の流れ

試験の流れを図-1に示す。静的載荷試験(処女載荷)により試験体を人工的に劣化させ、衝撃加振試験(ハンマリング試験)を行い、劣化に伴う固有振動数の変化を調べた。処女載荷では引張鉄筋の降伏まで載荷し、その後、60tf級のテクノラ製アラミド繊維シートにより桁の補強を行った。補強量は桁の軸方向および軸直角方向共に各1枚とし、スパン内全面にわたり巻立てた。補強後の桁を試験体とし、処女載荷試験時と同様の静的載荷試験(補強後載荷)および衝撃加振試験を行い、アラミド繊維シートによる曲げ剛性の回復について確認した。

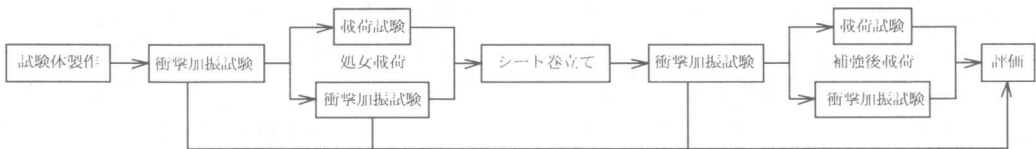


図-1 試験の流れ

*1 住友建設(株) 技術研究所 (正会員)

*2 住友建設(株) 技術研究所主任研究員 工修 (正会員)

*3 住友建設(株) 技術部 (正会員)

*4 住友建設(株) 技術部

表-1 試験体の諸元

桁高 h (mm)	桁幅 b (mm)	長さ L (mm)	コンクリート設計基準 強度 f'_{ck} (N/mm ²)	引張主鉄筋		腹鉄筋	せん断	曲げ	a/d
				鉄筋量	鉄筋比 (%)	鉄筋量	スパン a (mm)	スパン (mm)	
400	400	5000	21	6@D22	1.829	D13@80	1750	500	5.5

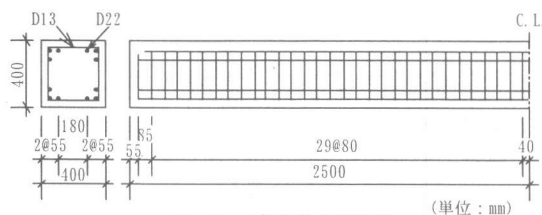
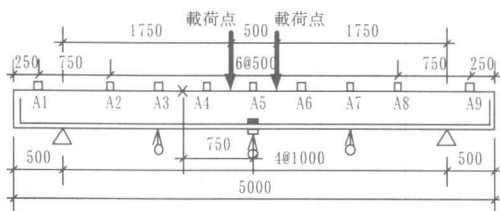


図-2 試験体配筋図 (単位: mm)



△: 変位計 □: 加速度計 ■: 鉄筋ゲージ (単位: mm)
○: コンクリートゲージ ×: ハンマリング位置

図-4 計測位置

表-2 計算固有振動数

支 境 界 条 件	点 数	計算固有振動数 (Hz)	
		1次	2次
単純支持 (スパン4m)	2	34.6	138.4
自由 (スパン5m)	1	50.2	138.4

2.2 試験体

試験体は、寸法400mm×400mm×5000mmのRC桁とし、せん断スパンa=1750mm、曲げスパン500mmで荷重した。コンクリートの設計基準強度は21N/mm²とした。試験体の諸元を表-1に、配筋図を図-2に示す。

2.3 試験方法

(1) 処女荷重

静的荷重試験では、試験体の支持条件は単純支持とした。荷重はアムスラーにより行い、せん断スパンa=1750mm (a/d=5.5) の2点荷重とした(図-4)。図-3に示す荷重サイクルに従い、曲げ剛性が初期剛性の約60%に低下したP_{0.6} (275kN)まで荷重-除荷を7回繰り返す、最後にもう一度200kNまで荷重後除荷した。ハンマリング試験は、荷重サイクルの計27段階(D*)において行い、各段階ごとの試験回数は3回とした。ハンマリングは鋼製ハンマー(1.2kg)を使

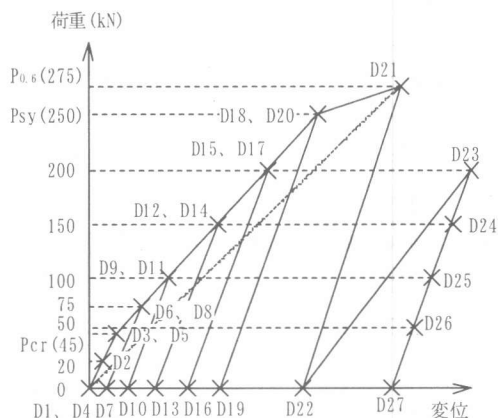


図-3 処女荷重パターン

表-3 鉄筋の材料物性

(単位: N/mm ²)	降伏強度	弾性係数
軸方向鉄筋(D22)	415	1.76×10 ⁵
帯鉄筋(D13)	375	1.78×10 ⁵

表-4 コンクリートの材料物性

(単位: N/mm ²)	圧縮強度	割裂強度	弾性係数
コンクリート	22.15	2.19	2.23×10 ⁴

用し、スパン中央から750mm離れた部材幅中央の位置を打撃した。この時の振動加速度を試験体上部部材幅中央に取り付けたひずみ型加速度計(5G)により計測した。劣化前における全断面有効とした場合の試験体の計算固有振動数²⁾を表-2に示す。計測項目は、荷重荷重、加速度、鉄筋ひずみ、コンクリートひずみ、変位とし、加速度データの取り込みはサンプリング周波数400Hzで行った。計測位置を図-4に示す。

(2) 補強後

静的荷重試験およびハンマリング試験方法は、(1)処女荷重と同じとした。荷重サイクルおよびハンマリング時期を図-5に示す。荷重は、圧壊により破壊するまで荷重-除荷を10回繰り返す、ハンマリング試験は、荷重サイクルの計21段階(R*)で行った。計測項目は、荷重荷重、加速度、鉄筋ひずみ、変位とした。