

定着金物を用いた連続繊維シートによる劣化スラブの補強効果

その3 片持ちスラブの固有周期と長期たわみ

正会員○藤本 効*1 同 福山 洋*2
同 高橋 茂治*3 同 岸本 剛*4
同 中村 洋行*5 同 加藤 貴久*6
同 鈴木 英之*7

スラブ補強 炭素繊維プレート 定着金物
振動性能 クリープ

1. はじめに

前報(その2)では、炭素繊維シート(以下、CFシート)の端部を折り返し定着金物側面に貼付け定着する工法を、スラブに適用した場合の補強効果、スラブの長期変形性状、補強スラブの設計法、長期たわみの評価法について述べた。本報では、前報のCFシートを用いたものより施工性の向上が期待できる炭素繊維プレート(以下、CFプレート)と、折り返し定着が不要な鋳鋼製直接定着プレート(以下、定着金物)を使用した新工法の施工状況、長期載荷実験、強制加力実験及びスラブの固有振動数の変化について述べ、補強設計方法についても言及する。

2. 試験体

試験体形状及び載荷・測定方法を図1に、材料の力学的特性を表1に示す。試験体は、スタブの両端に片持ちの一方向スラブが取り付くものとし、スラブ形状は、厚さ130mm、幅400mm、長さ1400mm、引張鉄筋は2-D10である。実験変数は、スラブ端部の初期亀裂の有無とCFプレート端部定着方法3パターン(図4参照)の違いであり、試験体数は各1体である。試験体一覧を表2に示す。

定着金物は2タイプとし、タイプBはタイプAを溶接で一体とし、アンカー用の丸棒を2本切り落としたものである。定着金物形状を写真1に示す。丸棒部分は、あと施工アンカー筋と同じ役割を担っており、コンクリートに開けた孔に挿入して樹脂にて接着する。なお、タイプBは丸棒がスラブ側となるように配置した。CFプレートと定着金物間は、CFプレート接着用樹脂により接着している。

表2 試験体一覧

記号	定着金物	補強前損傷
No.1	タイプA	あり
No.2	タイプB	
No.3	タイプA(直列使用)	
No.4	タイプA	無し
No.5	タイプB	
No.6	タイプA(直列使用)	

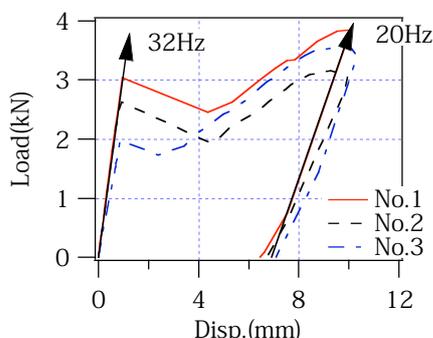


図2 荷重-変形関係(与損傷加力時)

る。使用したCFプレートは厚さ2.0mm、プレート幅50mm、ヤング係数450kN/mm²である。

補強の設計は、前報の式(1)により行い、CFプレートの許容引張応力度を300N/mm²、CFプレートの許容付着応力度を10N/mm²として行った。また、定着金物アンカー部は、文献2)により設計した。

No.1~3の3体は、長期載荷に先立ち10mmの強制変形を与え、スラブ端部に亀裂を発生させ損傷スラブとした。与損傷加力状況を写真2、荷重-変形曲線を図2に示す。

3. 補強要領

写真3(a)~(d)に補強要領を示す。与損傷加力による残留変形は、施工前に強制的にほぼ零の状態に戻した。

CFプレート接着面の下地処理及びアンカー孔を穿孔し(a)、CFプレート貼り付け後(b)、定着金物アンカー用孔

表1 使用材料の力学的特性

コンクリート	圧縮強度	33.6N/mm ²	弾性係数	30.0kN/mm ²
スラブ筋(D10)	降伏強度	347N/mm ²	引張強度	487N/mm ²
			弾性係数	186kN/mm ²
			伸び	22.5%

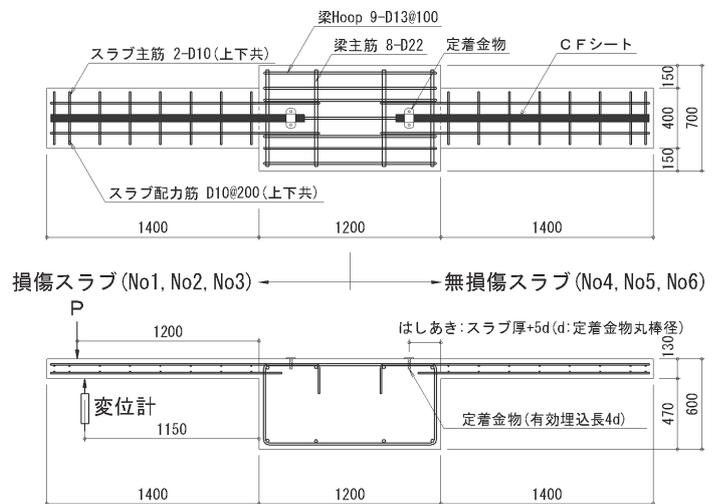


図1 試験体形状及び加力測定位置

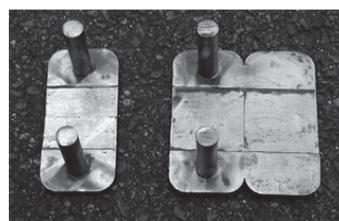


写真1 定着金物形状



写真2 与損傷加力状況

Structural upgrading of deteriorated RC slabs utilizing continuous fiber sheets with casting steel plate for anchorage.

FUJIMOTO Isao, FUKUYAMA Hiroshi, TAKAHASHI Shigeharu, KISHIMOTO Takeshi, NAKAMURA Hiroyuki, KATOH Takahisa, and SUZUKI Hideyuki

-Part3- Specific frequency and long term deflection of cantilever slabs

内に樹脂を注入し(c)、定着金物を設置しCFプレートと密着させる(d)。本工法は、CFシート補強に比べ、接着系アンカー打設や樹脂含浸作業が不要となる上、CFプレートが高い直線保持性能を有することから、施工性の向上が期待できる。

4. 長期載荷実験及び振動測定結果

長期荷重にはH形鋼を錘として用いた。加力点(H形鋼支持点)は固定端から1,200mmのスラブ上面位置とし、載荷重は、固定端曲げモーメントが前報(1)式による算出値とほぼ同等となる3.8kNとした。載荷24時間後のたわみ量を表3に示す。全試験体とも顕著な損傷は見られず、無補強時に比べ耐力が向上している。補強前損傷があるもの(No.1~3)に比べ無いものは約1.2倍の剛性であり、後述する固有振動数測定結果と整合している。

載荷後約150日迄のたわみ量経時変化を図3、亀裂発生状況を図4に示す。各試験体の変形量の差異は、載荷直後に生じた差が支配的であり、試験体相互の経時による変形の推移に顕著な差は見られない。No.4~6試験体は載荷直後に亀裂が発生しているが、No.1~3試験体には新たな亀裂は発生していない。

図5は、弾性たわみ量を初期値とし、それに対するたわみ量増大率と経過時間(対数軸)との相関を示したものである。約20日経過後から両者はほぼ一次の相関を示し、損傷スラブがやや高めの値を示すものの、損傷の有無による相関率の差は見られない。

なお、この相関から10及び50年経過時の予測たわみ量増大率は、それぞれ3.2、3.6倍になる。

表4は各試験体の固有振動数測定結果を示すものである。固有振動数は、長期載荷加力点に加速度計を配置し(写真4)、加撃振動及び常時微動波形を測定した結果から求めた。与損傷加力後に補強を施した場合は約25Hzであり、剛性の改善が得られた。無損傷試験体においては補強による剛性変化は見られない。なお、加力実験結果から換算した健全時の固有振動数は約32Hz(図2参照)であり、除荷剛性を損傷時の剛性と仮定し固有振動数を求めると約20Hzとなり、剛性改善が確認できる。

約150日経過した時点において、各試験体とも固有振動数は若干低下しており、無損傷スラブの低下率が高くなっている。これも、長期載荷中に発生した亀裂によるものと考えられる。

5. まとめ

- 本実験の結果より、以下に示す知見が得られた。
- スラブの耐力はこの補強により向上し、損傷スラブに対しても有効である。
- 本工法により損傷スラブの剛性回復が期待できる。
- スラブたわみ量の経時による増大率は、20日経過後は対数時間と一次相関の関係となる。

【参考文献】

- 1) 建築技術性能証明書 GBRC性能証明 第07-24号, eプレート工法-CFRP板を用いた既存RC,SRC梁,RCスラブ及びS梁の曲げ補強工法-,2008年1月8日,(財)日本建築総合試験所
- 2) ARケミカルセッター技術資料・設計指針,旭化成工業株式会社

- *1 ベッターリビング, 博(工)
- *2 建築研究所, 工博
- *3 川金テクノソリューション
- *4 奥村組
- *5 コンステック, 博(工)
- *6 三菱樹脂
- *7 安藤建設, 博(工)

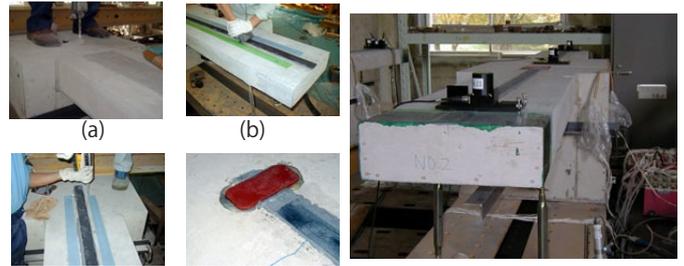


写真3 補強要領

写真4 固有振動数測定

表3 24時間経過時のたわみ量 (mm)

試験体	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6
たわみ量*1	1.43	1.33	1.34	1.06	1.28	1.14

*1: 載荷重 3,800N

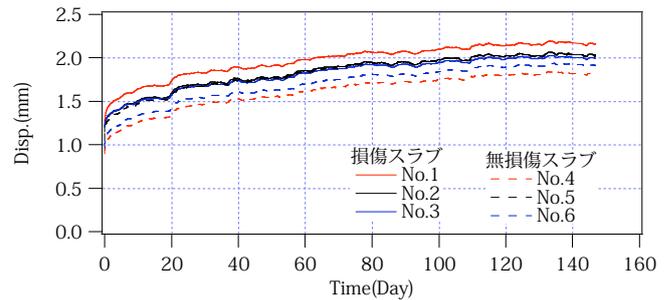


図3 たわみ量の経時変化

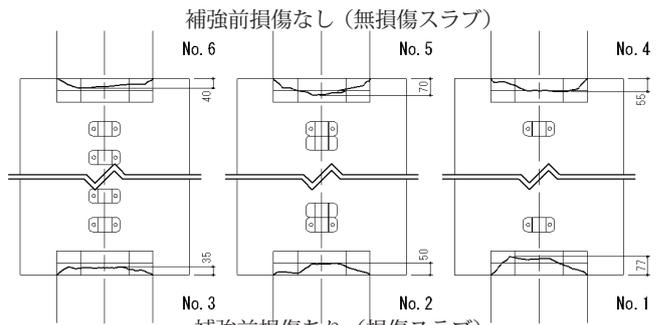


図4 亀裂発生状況

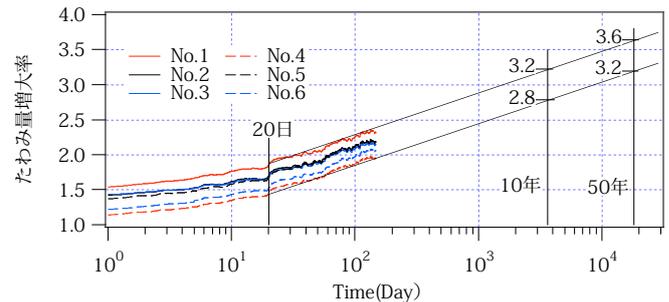


図5 たわみ量増大率

表4 固有振動数測定結果 (単位 Hz)

試験体	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6
健全時*1	32.0					
損傷時*1	20.2					
補強直後	25.0	25.5	27.5	31.1	32.5	32.2
150日経過時	23.4	24.4	26.3	28.3	27.0	28.1

*1: 加力実験結果からの換算値

- *1 Center for Better Living, Dr.Eng.
- *2 Building Research Institute, Dr.Eng.
- *3 Kawakin Techno Solution
- *4 Okumura Corporation
- *5 Constec Engineering, Dr.Eng.
- *6 Mitsubishi Plastics
- *7 ANDO Corporation, Dr. Eng.