

J-ティフコムを用いたコンクリートハイブリッド梁のひずみ追従性

(株)砂子組 ○正員 古川 大輔

(株)砂子組 正員 佐藤 清正

(株)砂子組 正員 丸山 欣一

(株)砂子組 正員 田尻 太郎

(株)サンブリッジ 正員 三田村 浩

1. はじめに

五ヶ山橋は橋長 60m の 2 径間連続 PC 橋で竣工は 58 年前である (図-1)。既に老朽化しているとの調査結果を受け、撤去し新橋架替となった。S32 年の設計図書によれば、PC ケーブルによりほぼ全ての曲げ作用に抵抗するフル PC 橋と考えられる。従って解体施工時に PC ケーブルを切断した場合、ケーブル緊張効果が失われ、無筋コンクリート桁に近い状態となり、落橋の危険があった。

そのため、事前に施工順序に従ったステップ解析を行い、主桁上面引張作用に対する、J-ティフコム (以下、テフコム) と鉄筋による補強対策と、解体施工時のひずみ計測による、異常挙動に対するモニタリングを決定した。本試験の目的は、テフコムによる耐力増加の確認と、モニタリング時のテフコムと桁のひずみ追従性確認である。

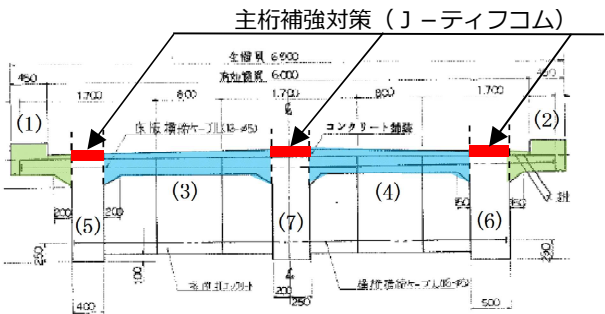


図-1 断面図

2. 材料特性と採用理由

テフコムは EU で補修・補強を目的に開発されたものを日本のコンクリート構造物に適用するため、日本の材料を用いて配合設計が構築された。表-1 にテフコムの材料特性値¹⁾を示す。テフコムは鋼繊維補強コンクリートの一種で、専用セメント、鋼繊維 (2.5vol%以上)、骨材、混和材及び水で構成されている。補修材として用いた場合、高流動性のため損傷部への定着が良く、劣化因子を遮断し、止水効果も大きい。

また、薄層施工でも緻密性が高く鋼繊維の効果が大きいことから、初期拘束ひび割れ抑制と耐久性に極めて優れる。

他の材料と比べ、若干高価ではあるが、少量での使用となりコスト面のデメリットは少なく、施工性および材料性能にも非常に優れることから、補強材料として採用した。

表-1 材料特性値

項目	特性値	備考
圧縮強度	130 N/mm ² 以上	1日で100 N/mm ² 以上
引張強度	13N/mm ²	ひび割れ発生強度10N/mm ²
曲げ強度	35 N/mm ²	試験JIS A 1171(材齢28日)
ヤング係数	3.5 × 10 ⁴ N/mm ²	材齢28日
フロー値	270mm～320mm	試験JIS R 5201 モルタルフロー
付着強度	2.1 N/mm ²	試験JIS A 1171(材齢28日)
長さ変化率	収縮128 × 10 ⁻⁶	試験JIS A 6202(材齢28日)
塩化物イオン浸透深さ	0mm	試験JIS A 1171(材齢28日)
中性化深さ	0mm	試験JIS A 1171(材齢28日)
透気係数	0.001 × 10 ⁻¹⁶ m ² 以下	透気係数試験(トレント法)

3. 試験概要

写真-1 に試験機を示す。製作した試験機は山留材 H400 で架台を組立て、油圧ジャッキ (300kN、ストローク 200mm) と小型ロードセル (500kN) を用いて、供試体上面に荷重を載荷させる形をとった。

供試体には両側に支点を設けて、支間中央部に鋼製載荷板を持たせて荷重を載荷させ、コンクリート破壊モードの確認と、変位、ひずみを計測しデータ収集を行った。

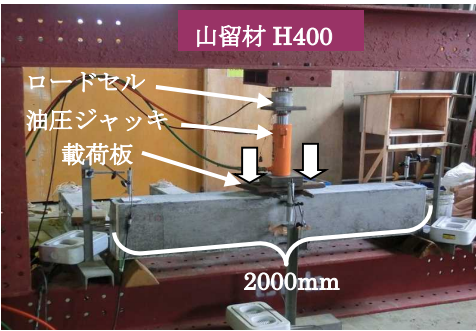


写真-1 試験機

キーワード J-ティフコム、PC 橋撤去、補強対策、ハイブリッド構造、ひずみ追従性

連絡先 〒060-0033 札幌市中央区北 3 条東 8 丁目 8-4 (株)砂子組 技術管理室 TEL 011-232-8231

4. 実験ケース

表-2 に実験ケースを示す。ケース 1～3 は無筋コンクリート、ケース 4～6 は鉄筋コンクリートの供試体となる。ケース 2・5 は、供試体にテフコム 10mm を打設、ケース 3・6 は、D10 鉄筋を 3 本配置しテフコム 20mm を打設した。なお、コンクリートは $\sigma_{ck}=27\text{N/mm}^2$ 、鉄筋は SD345 を使用している。

表-2 実験ケース

ケース	鉄筋	テフコム	ひずみゲージ
1 CASE-A-0	無	無	コンクリート7点
2 CASE-A-1	無	上面 10mm	コンクリート7点
3 CASE-A-2	無	上面 20mm	コンクリート7点 鉄筋3点
4 CASE-B-0	有	無	コンクリート3点 鉄筋4点
5 CASE-B-1	有	下面 10mm	コンクリート3点 鉄筋4点
6 CASE-B-2	有	下面 20mm	コンクリート3点 鉄筋7点

5. 試験結果と考察

表-3 に破壊形態、耐荷重、および最大変位のまとめと、
図-2 は各ケースのうち、ケース 6 の試験結果である。

各ケースの考察を下記に示す。

ケース 1~2: ひび割れと同時に破壊。

ケース3：テフコムとコンクリートの付着が悪く肌別れ、

コンクリートのみ破壊。テフコムと供試体の打継目処理を、より確実に行う必要があった。

ケース 4：ひび割れ発生後も荷重増加、ねばりのある破壊。

ケース 5：圧縮側コンクリート圧壊。ひび割れは大きいですが、テフコム下面の分散効果で供試体形状を保持。

ケース6：変位も少なく剛性の高いコンクリート梁形状を保持するが、途中で斜めひび割れが発生し破壊。

表-3 各ケースの検証結果

ケース		破壊形態	耐荷重(kN)	最大変位(mm)
1	CASE-A-0	脆性破壊	19.7	0.8
2	CASE-A-1	脆性破壊	24.6	0.8
3	CASE-A-2	脆性破壊	23.8	0.6
4	CASE-B-0	曲げ破壊	71.5	28
5	CASE-B-1	曲げ圧縮破壊	82.3	19
6	CASE-B-2	せん断破壊	125.3	6

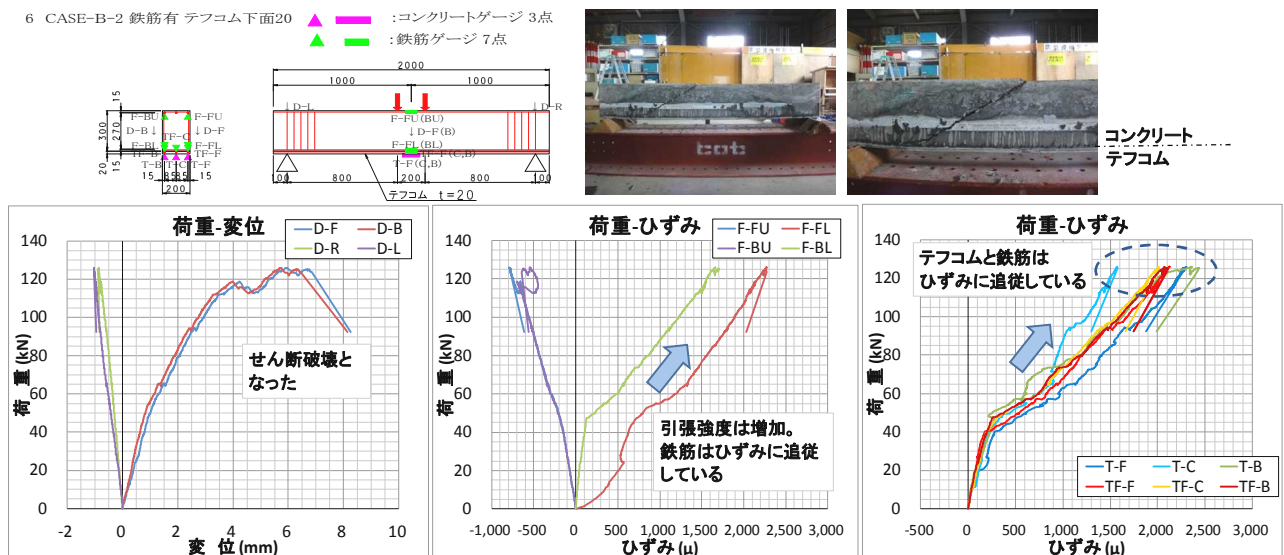


図-2 試験結果 (ケース 6)

6. まとめ

- ・テフコム、鉄筋、コンクリートの一体化により、非常に剛性の高い梁形状を保持できることを確認した。
- ・ケース6の供試体は、せん断破壊となった。支点箇所以外にもせん断補強鉄筋の配置が必要であった。
- ・テフコムによる引張補強を行う場合、テフコムの引張強度は通常のコンクリートよりも高いため、補強対策箇所の耐力は、曲げではなくせん断で決まる可能性があることがわかった。
- ・テフコム、鉄筋、コンクリートのひずみと、それぞれの弾性係数を比べても、テフコムは鉄筋と同程度の性能が得られており、ひずみへの追従性も高いことを確認できた。

なお、テフコムの補強対策による耐力増加は、事前解析（断面計算）で必要とされた耐力を、十分に満足する値であると判断できた。

[参考文献]

- 1) 松井繁之著：道路橋床版の長寿命化技術、2016 年