

超緻密高強度繊維補強コンクリートで補修した RC 床版の押抜きせん断耐荷力の評価法

(株) サンプリッジ	正会員	○三田村 浩	今野 久志
北海道大学		正会員	松本 高志
大阪工業大学		フェロー	松井 繁之

1. 目的

現行の道路橋示方書では、規定¹⁾(以下、H29 道示の規定)を満たすことで、RC 床版は自動車の繰り返し荷重に対して、設計耐久期間 100 年に相当する所要の耐久性能を満たすとされている。論文「超緻密高強度繊維補強コンクリートで上面補修した RC 床版の静的載荷試験」では、H29 道示の規定を満たす RC 床版をモデル化した基準供試体、S39 道示の規定を満たす RC 床版をモデル化した基準供試体およびこれと同様の諸元で上面に UHPFRC の一材料である超緻密高強度繊維補強コンクリート(J-ティフコム(以下、本材料))で薄層補修した供試体 3 体について押抜きせん断試験を実施した。この結果、表-1 に示す補修した供試体 3 体は、基準供試体よりも押抜きせん断耐力の向上が認められた。本編では、本材料により補修した床版の押抜きせん断耐力の評価式について報告する、

2. 既往の押抜きせん断耐荷力の評価式

RC 床版の押抜きせん断耐荷力の評価式は、土木学会の補修・補強指針²⁾に示される式(1)（以下、土木学会式）が用いられている。押抜きせん断耐荷力の模式図を図-1 に示す。

$$P_0 = f'_v \{2(a+2x_m)x_d + 2(b+2x_d)x_m\} \cdots \text{第1項} \\ + f'_t \{2(a+2d_m)C_d + 2(b+2d_d+4C_d)C_m\} \cdots \text{第2項} \quad (1)$$

ここで、式(1)は第 1 項のコンクリートのせん断強度が負担するせん断耐荷力と第 2 項のコンクリートの引張強度が負担するせん断耐荷力に分けられる³⁾。式(1)は、単一材料による研究から提案された式であり、本材料などの高強度材料を床版上面に補修する場合は合成断面としての評価が必要となる。

3. 押抜きせん断耐荷力評価式の提案

本材料の高い圧縮強度によるせん断耐荷力の向上を考慮して、式(1)の第1項を補正することで、合成断面としての押抜きせん断耐荷力の評価式を検討した。図-1に示すように、中立軸よりも高強度材料の補修厚が薄い場合は、第1項を本材料と既設コンクリートが複合したせん断耐荷力とした。一方、本材料の補修厚が厚いケースでは、中立軸以深の本材料は考慮せず耐荷力を算出した。図-1に示す圧縮領域は、高強度材料の静弾性係数比を考慮した合成断面計算を行い求めた中立軸深さを示す。式(1)の第1項について、圧縮領域のせん断強度が負担するせん断耐荷力を既設コンクリートと高強度材料の厚さとして分解した式を示す。

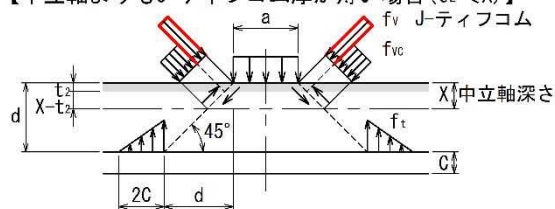
$$P_{sc} = f'_{vc} \{ 2(a + 2x_m)x_d \cdot ((x_d - t_2) / x_d) + 2(b + 2x_d)x_m \cdot ((x_m - t_2) / x_m) \} \quad (2)$$

$$P_{sJ} = f'_{vJ} \{ 2(a+2x_m)x_d \cdot (t_2 / x_d) + 2(b+2x_d)x_m \cdot (t_2 / x_m) \} \quad (3)$$

表-1 押抜きせん断試験結果の最大荷重比

		試験体	床版厚および UHPFR補修厚	最大 荷重 (kN)	最大荷重比	
実験値	基準	供試体-1	t200mm(H29道示モデル)	532.2	1.00	1.32
		供試体-2	t160mm(S39道示モデル)	404.4	0.76	1.00
	補修	供試体-3	t140mm+J-ティフコム20mm	507.2	0.95	1.25
		供試体-4	t160mm+J-ティフコム20mm	566.0	1.06	1.40
		供試体-5	t160mm+J-ティフコム40mm	701.4	1.32	1.73
		計算値	供試体-1	H29道示モデル計算値	521.1	0.98
供試体-2	S39道示モデル計算値		354.5	-	0.88	

【中立軸よりもJ-ティフコム厚が薄い場合 ($t_2 < X$)】



【中立軸よりもJ-ティフコム厚が厚い場合 ($t_2 > X$)】

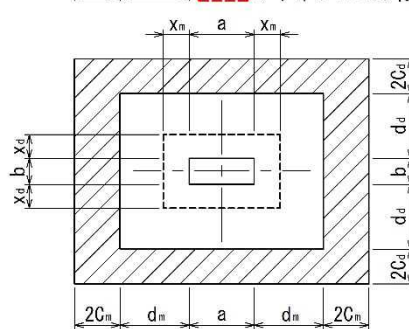
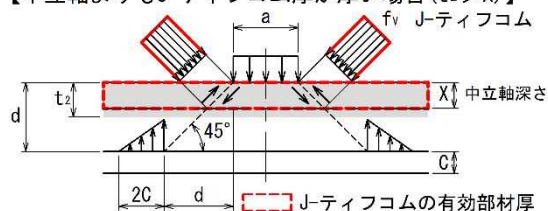


図-1 押抜きせん断耐荷力の模式図

キーワード RC床版、押抜きせん断耐荷力、耐荷力評価式、超緻密高強度繊維補強コンクリート
連絡先 〒001-0025 札幌市北区北25条西4丁目1-26 (株) サンプリッジ TEL011-768-7359

ここに,

P_{sc} : 既設コンクリートが負担するせん断力 (kN)

P_{sJ} : 本材料が負担するせん断力 (kN)

f'_{vc} : 既設コンクリートのせん断強度 (N/mm²)

f'_{vJ} : 本材料のせん断強度 (N/mm²)

式(1)の第1項に式(2), 式(3)を適用して, 合成断面としての押抜きせん断耐荷力の評価式を式(4)に示す.

$$P_0 = f'_{vc} \{ 2(a+2x_m)x_d \cdot ((x_d-t_2)/x_d) + 2(b+2x_d)x_m \cdot ((x_m-t_2)/x_m) \} + f'_{vJ} \{ 2(a+2x_m)x_d \cdot (t_2/x_d) + 2(b+2x_d)x_m \cdot (t_2/x_m) \} + f'_t \{ 2(a+2d_m)C_d + 2(b+2d_d+4C_d)C_m \} \quad (4)$$

土木学会式を補正した評価式の式(4)による計算値と押抜きせん断試験結果の実験値との対比を図-2に示す. 本材料を用いた供試体-3, 4, 5の計算値は, 実験値と極めて近似しており, これらの評価式を用いて押抜きせん断耐荷力を算定できることを示している.

図-3に式(4)による押抜きせん断耐荷力の計算値に着目した模式図を示す. 図中赤線は, 床版上面に本材料で薄層補修を施すことで, 第1項のせん断耐荷力が大きく上昇することがわかる. 特に, 供試体-3は供試体-2と同厚の160mmであるが, 第1項のせん断耐荷力は1.84倍となる. 図中点線は, 各供試体の押抜きせん断耐荷力(第1項と第2項の合計)とH29道示に準じた版厚200mmの基準供試体-1に対する耐荷力の比をカッコ内に示す. 供試体-3は, 死荷重増加を回避したモデルで, 版厚160mmの上面を20mmはつり, 20mmの本材料で置き換えた供試体であるが, 第1項のせん断耐荷力が向上することで, 基準供試体-1との耐荷力の比は0.95を保持する結果となった. しかし, 版厚160mmの上面25mmを本材料で置き換えると, 基準供試体-1の押抜きせん断耐荷力を上回る結果が得られる. これらは, 床版上面に本材料を薄層で用いて既設コンクリートと一体化することで, RC床版の破壊形態で支配的な押抜きせん断耐荷力の向上に大きく寄与することを示している.

4. まとめ

土木学会式を補正した式(4)により, 既設床版の上面を本材料で補修したモデルを模擬した供試体-4, 5は, H29道示対応モデル以上の押抜きせん断耐荷力を有する結果を示した. 供試体-3においては, 本材料の置き換え厚を25mmとすることでH29道示対応モデル以上の押抜きせん断耐荷力を有する結果となる. なお, これについては追加試験を実施する予定である.

本研究の範囲内であるが, 既設床版の上面を本材料などの高強度材料で補修したRC床版に対しても, 土木学会式を一部補正することで押抜きせん断耐荷力を評価することが可能であることを示した.

既設床版の上面に本材料により薄層補修を行うことで, H29道示の規定を満たすRC床版と同等以上の耐久性能が期待できることを示した.

参考文献

- 1) (公社) 日本道路協会: 道路橋示方書・同解説II鋼橋・鋼部材編, p314, 2017.11
- 2) 土木学会: セメント系材料を用いたコンクリート構造物の補修・補強指針, 150 コンクリートライブラリー, pp75-75, 2018.6
- 3) 松井繁之: 道路橋床版 設計・施工と維持管理, 森北出版株式会社, pp.47-61, 2007.10

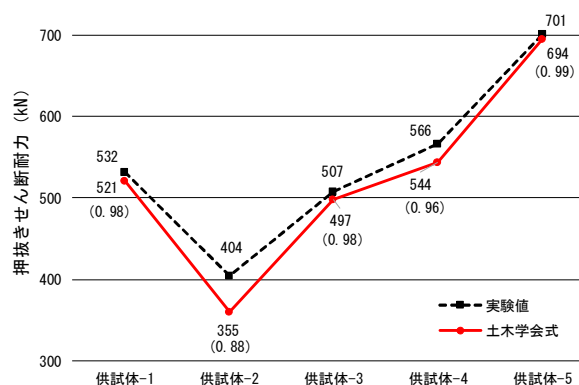


図-2 押抜きせん断耐荷力の実験値と計算値の比較

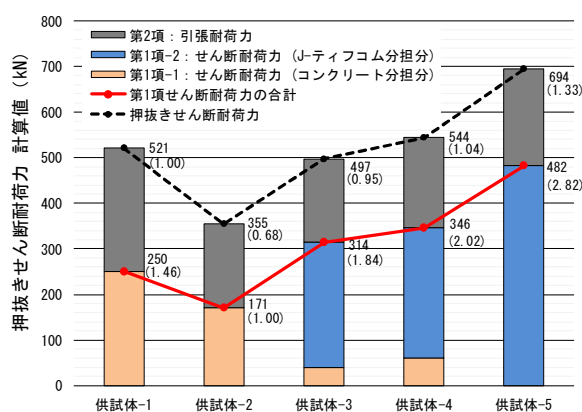


図-3 押抜きせん断耐荷力の計算値に着目した模式図