

高強度繊維補強モルタルを間詰とした UFC 床版と鋼桁の接合部に関する検討

鹿島建設(株) 正会員 ○小嶋進太郎 一宮利通 永井勇輔
阪神高速道路(株) 正会員 小坂 崇 長澤光弥 近藤恒樹

1. はじめに

筆者らは超高強度繊維補強コンクリートを用いた軽量で耐久性の高い道路橋床版（以下、UFC 床版）を開発している¹⁾。本床版と鋼桁の接合構造は、一般的な PC 床版と同様、床版に頭付きスタッド（以下、スタッド）用の箱抜きを設けておき、鋼桁と床版間の 50mm 程度の隙間と箱抜き部をモルタルまたは場所打ち UFC で充填して床版と鋼桁を一体化するものである。これまでの検討²⁾で用いた接合構造では、スタッドの径を 22mm とし、間詰め材にはポリエチレン繊維を 0.2vol% 混入したモルタル（以下、仕様 a）を用いた。しかし、主桁支間が大きい橋梁では、スタッドへの作用せん断力が大きいため、必要となるスタッド本数が多くなり配置が困難となる懸念がある。そこで、スタッド径を 25mm に上げ、それに合わせて間詰め材にエトリンサイト生成系の UFC³⁾ を用いることで、接合部 1 ヶ所当たりの耐力を高めることを検討した。ただし、UFC の配合は間詰め部への充填性を確保するため、長さ 15mm の鋼繊維のみを 0.75vol% 混入する配合の UFC（以下、間詰 UFC）とした。本稿では、上記仕様による接合部の構造特性を確認するために実施した、押抜きせん断試験および疲労試験の結果について報告する。

2. 試験体概要

押抜きせん断試験・疲労試験それぞれ 3 体ずつ試験を実施したが試験体の仕様は全て同一である。試験体の正面図および断面図を図-1 に示す。UFC 床版部の厚さは 150mm とし、径が 25mm のスタッド（JIS B 1198）を片側に 2 本ずつ配置した。鋼桁を模擬した H 鋼と UFC 床版間の間詰め部の厚さは 50mm とし、間詰め材には間詰 UFC を用いた。間詰め部の充填は UFC 床版部を水平に設置して行い、片側の充填を終えた翌日に他方に充填し、20℃で封緘養生を行った。試験時における間詰 UFC の圧縮強度は 142～147N/mm²、スタッドの引張強度は 444 N/mm²であった。

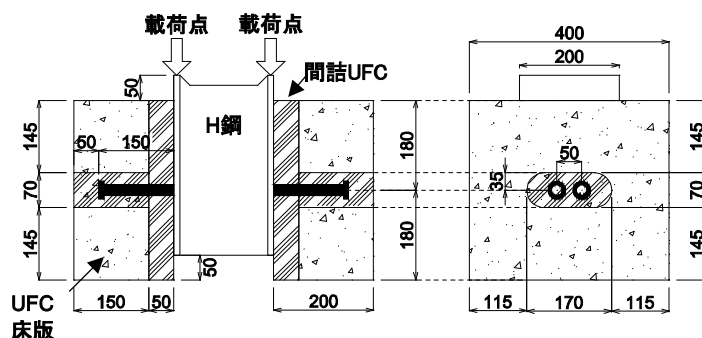


図-1 試験体の正面図および断面図

表-1 押抜きせん断試験の試験ケース・結果

試験体 No.	間詰UFC強度 (N/mm ²)		最大耐力 Pmax (kN/本)	降伏耐力 Py (kN/本)	破壊モード
	圧縮強度	引張強度			
S-1	146.6	5.1	224.8	155.5	スタッドの破断
S-2	141.9	5.1	210.9	149.3	間詰めの割裂
S-3			212.5	151.3	スタッドの破断

3. 押抜きせん断試験

試験ケースおよび試験結果を表-1 に示す。S-2 と S-3 は同日の午前と午後で載荷を行った。載荷方法は日本鋼構造協会の試験方法⁴⁾に準じた押抜きせん断試験とし、試験体 S-1 は単調載荷、試験体 S-2 と S-3 は載荷と除荷を繰り返す漸増繰返し載荷とした。S-1 と S-3 がスタッドの破断で破壊し、S-2 が間詰めの割裂で破壊したが、最大耐力は 211～225kN/本で大きな差はなく、仕様 a の最大耐力約 147kN の約 1.5 倍であった。

スタッドに作用するせん断力とずれ変位の関係を図-2 に示す。いずれの試験体もずれ変位が約 1mm で荷重の増加が小さくなったが、その後もずれ変位 10mm 程度までは最大耐力に近いせん断力を保持した。

文献 4) に準じて、図-3 に示すように最大荷重の 1/3 点の割線を 0.2mm のずれ変位位置にオフセットし、その直線と実験結果が交差する荷重を降伏耐力 Py として算出した結果を表-1 に示す。仕様変更後の降伏耐力は約 150kN/本程度であり、仕様 a の降伏耐力約 100kN/本の約 1.5 倍という結果が得られた。

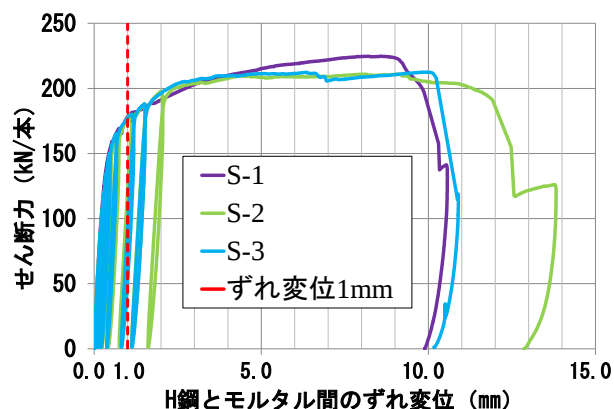
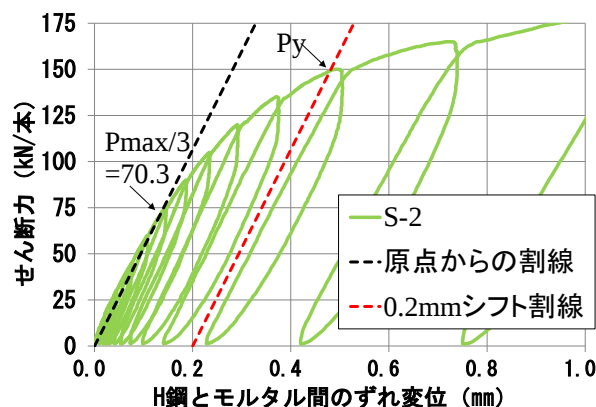


図-2 せん断力—ずれ変位関係

図-3 降伏耐力 P_y の算出 (試験体 S-2)

4. 疲労試験

試験ケースおよび試験結果を表-2に示す。載荷位置は押抜きせん断試験と同様であるが、下限荷重を5kN、変動荷重を116.0kN、94.9kNおよび73.8kN（それぞれ、S-2における P_{max} の55%、45%、35%）として5Hzで繰返し載荷を行った。試験結果としてずれ変位の経時変化を図-4に示す。いずれの試験体も0.5mmを超えてからずれ変位の増加が早まり、最終的にスタッド溶接部で破断した。

土木学会「鋼構造物設計指針 PART B」⁵⁾に規定される疲労強度式と試験結果の比較を、仕様aも含めて図-5に示す。仕様aと仕様変更後の構造では、スタッド径や耐力は異なるが、どちらもスタッドの破断で疲労破壊しているため、同じ疲労強度式で評価できると考えられる。試験結果はいずれも疲労強度式による予測値を超えており、この疲労強度式を用いて本構造の疲労寿命を安全側に評価できることを確認した。

5. おわりに

本研究では、UFC床版と鋼桁の接合に間詰UFCを用いた構造のせん断耐力を確認した。また、既往の疲労強度式を用いて安全側に評価できることを確認した。

本研究を行うにあたり、長岡技術科学大学長井正嗣名誉教授、東京工業大学二羽淳一郎教授、岐阜大学内田裕市教授および神戸大学三木朋広准教授にご指導をいただきました。ここに深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 土木学会：UFC道路橋床版に関する技術評価報告書，技術推進ライブラリーNo.17，2015。
- 2) 一宮ら：第72回土木学会年次学術講演会 講演概要集 I-156，2018
- 3) 土木学会：超高強度繊維補強コンクリート「サクセム」の技術評価報告書，技術推進ライブラリーNo.3，2006。
- 4) 日本鋼構造協会：頭付きスタッドの押抜き試験方法（案）とスタッドに関する研究の現状，1996。
- 5) 土木学会：鋼構造物設計指針 PART B，1987。

表-2 疲労試験の試験ケース・結果

試験体 No.	間詰UFC 圧縮強度 (N/mm^2)	変動荷重 ΔP (kN)	疲労強度 $\Delta \tau$ (N/mm^2)	載荷回数	
				疲労強度式 からの算出	試験結果
F-1	132.8	116.0	236.3	1391	25459
F-2	132.0	94.9	193.3	7742	153359
F-3	135.1	73.8	150.4	66119	595785

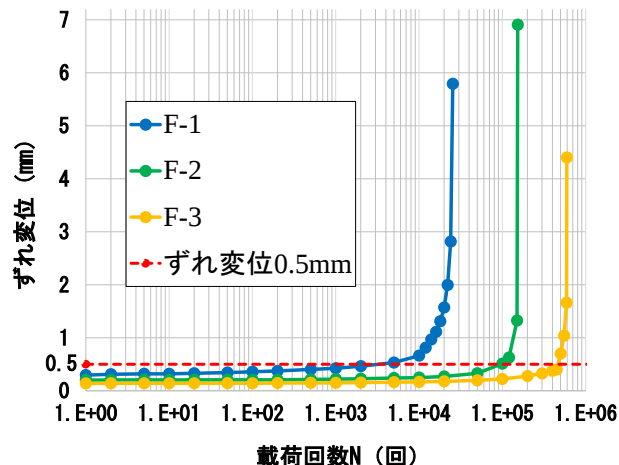


図-4 ずれ変位の経時変化

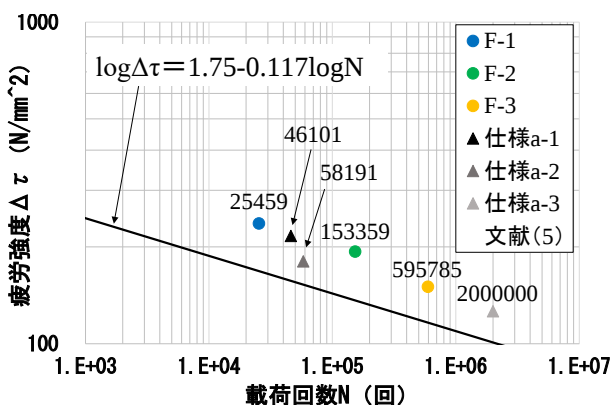


図-5 疲労強度式との比較