

UFC床版と鋼桁の接合部の設計法に関する検討

鹿島建設(株) 正会員〇一宮利通, 阪神高速道路(株) 正会員 金治英貞
鹿島建設(株) 正会員 藤代 勝, 阪神高速道路(株) 正会員 小坂 崇
鹿島建設(株) 正会員 横田祐起

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⁾. この UFC 床版を用いることで, 一般的な PC 床版よりも床版厚さを薄くすることができ, 架設設備の簡易化や架設時間の短縮等が期待できる.

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用の箱抜きを設けておき, 鋼桁と床版間の 50mm 程度の隙間をモルタルで, 箱抜きを膨張コンクリート等で充填して一体化するものである. 一般的な PC 床版では, 設計荷重時の照査は道路橋示方書²⁾の許容せん断力の式が準用され, 疲労の照査は省略されている. しかし, UFC の設計基準強度は 180N/mm^2 と高いこと, UFC 床版は道路橋示方書の最小床版厚さよりも薄いことから, 道路橋示方書の式は準用できないと考えられる. そこで, 本接合構造の押抜きせん断試験および疲労試験を行って設計で用いる許容せん断力および疲労強度について検討した.

2. 試験体の概要

試験体の概要を図-1 に示す. UFC 床版部の厚さは 150mm とし, $\phi 22\text{mm}$ の頭付きスタッド (JIS B 1198) を片側に 2 本ずつ配置した. 鋼桁を模擬した H 鋼と床版間の間詰部の厚さはいずれも 50mm であり, 間詰部の補強および剥落防止を目的としてモルタルに長さ 6mm の超高密度ポリエチレン繊維を 0.2% 混入して補強した. 間詰部の充填は床版を水平に設置して行い, 同日に両側の間詰の充填を完了した. なお, 本試験では, 箱抜き部にも 50mm の隙間と同時にモルタルを充填した. 試験時における UFC の強度は $176\sim 199\text{N/mm}^2$, 頭付きスタッドの引張強度は 468N/mm^2 であった.

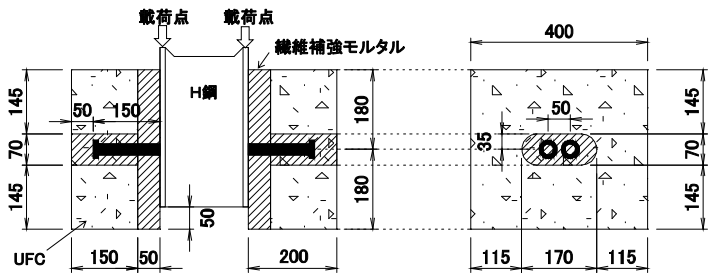


図-1 試験体の概要

表-1 押抜きせん断試験の試験体および試験条件

試験体 No.	モルタル強度 (N/mm^2)		最大耐力 $P_{\max}$ (kN/本)	降伏耐力 P_y (kN/本)
	圧縮強度	割裂 引張強度		
S-1	71.6	4.8	155.4	107.6
S-2	59.3	5.9	137.1	99.8
S-3	68.5	5.2	149.3	96.2

3. 押抜きせん断試験

試験体および試験条件を表-1 に示す. 載荷方法は日本鋼構造協会の試験方法³⁾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.

頭付き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. いずれの試験体でもずれ変位が約 1mm で荷重の増加が小さくなり, ずれ変位が約 5mm で最大耐力となったが, 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. 最大耐力は $137\sim 155\text{kN/本}$ であった.

文献 3) に準じて, 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として求めた結果を図-3 および表-1 に示す. 道路橋示方書²⁾に規定される設計荷重時の頭付きスタッドの許容せん断力は降伏耐力に対して 3 程度の安全率を考慮して設定されている. 本構造の押抜きせん断試験では降伏耐力の 1/3 は $32\sim 36\text{kN/本}$ であったが, 次章で述べるように 48kN/本 のせん断力を繰返し載荷する疲労試験では 200 万回でも疲労破壊しておらず, 本構造でも降伏耐力の 1/3 を許容せん断力とすることは疲労耐久性の観点からも妥当であるといえる.

キーワード 超高強度繊維補強コンクリート, 道路橋床版, 頭付きスタッド, 押抜きせん断試験, 疲労試験

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株) 技術研究所 TEL 042-489-6699

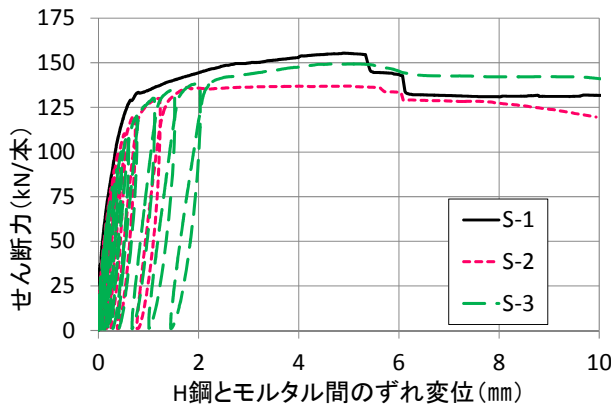


図-2 せん断力-ずれ変位関係

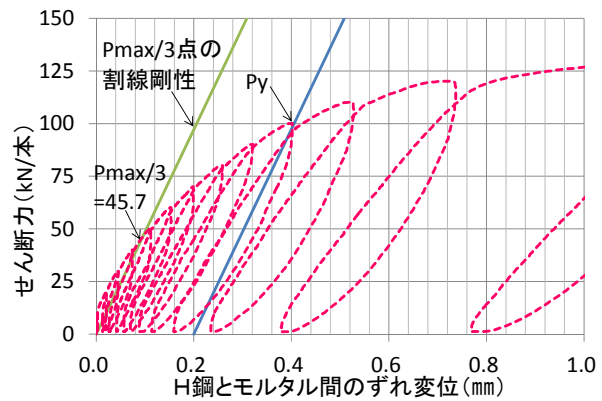


図-3 降伏耐力 P_y の算出 (試験体 S-2)

4. 疲労試験

試験体および試験条件を表-2に示す。荷重方法は押抜きせん断試験と同様であるが、下限荷重を 5kN、変動荷重をそれぞれ 82.3、68.6 および 48.0kN として 5Hz で繰返し荷重を行った。

試験結果としてずれ変位の経時変化を図-4に示す。試験体 F-1 および F-2 では、ずれ変位が 0.5mm を超えてからずれ変位の増加が早まり、頭付きスタッドの溶接部で破断した。試験体 F-3 は 200 万回でも疲労破壊に至らなかったため、ずれ変位が 1.0mm に達したところで試験を終了した。

土木学会「鋼構造物設計指針 PART B」⁴⁾に規定される疲労強度式と試験結果の比較を図-5に示す。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が確認された。

5. おわりに

本研究では、UFC 床版と鋼桁の接合構造の押抜きせん断試験および疲労試験を行い、降伏耐力を用いて許容せん断力を算定する方法を提案するとともに、既往の疲労強度式が適用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名誉教授、東京工業大学二羽教授、岐阜大学内田教授および神戸大学三木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) 日本道路協会：道路橋示方書 II 鋼橋編，2014。
- 3) 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。
- 4) 土木学会：鋼構造物設計指針 PART B，1987。

表-2 疲労試験の試験体および試験条件

試験体 No.	モルタル強度 (N/mm ²)		荷重荷重 (kN/本)	
	圧縮強度	割裂引張強度	変動荷重 ΔP	下限荷重 P_{min}
F-1	62.0	5.5	82.3	5.0
F-2	66.9	4.7	68.6	
F-3	71.0	4.2	48.0	

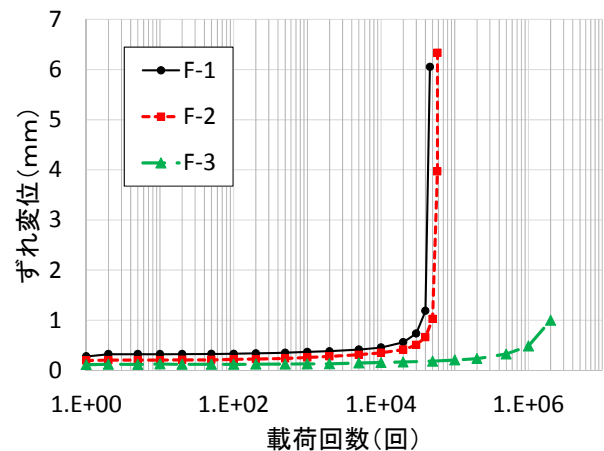


図-4 ずれ変位の経時変化

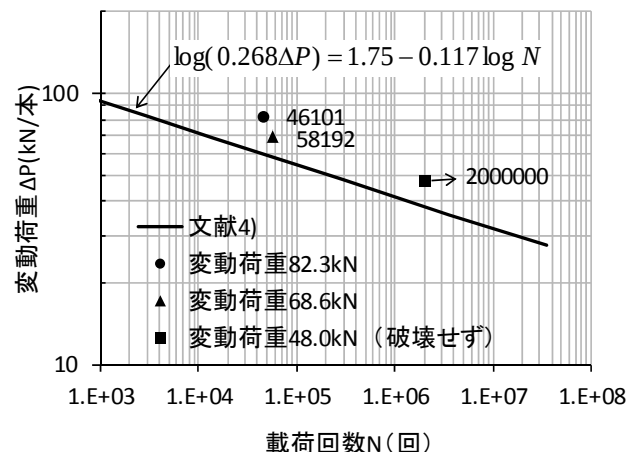


図-5 疲労強度式との比較