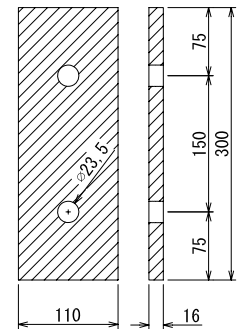


直接発進到達に用いる H 形 SZ パイルの H 形鋼との連結部に関する検討

鹿島建設(株) 正会員 ○新井 崇裕, 古市 耕輔
日鉄コンポジット(株) 正会員 吉澤 弘之, 林田 道弥
芦森工業(株) 正会員 糸久 智, 櫻木 弘行

1. はじめに

SZ パイル¹⁾は, GFRP を H 形に成形することで SMW 工(柱列式連続地中壁工)での施工性向上を目的とした切削可能土留壁材である. 当該パイルは, H 形鋼との連結が容易, 建込み性が良い, 泥水に沈むが軽量などという特徴を有している. H 形鋼との連結は, 高力ボルト継手を用いて, 支圧接合により設計している. 支圧接合においては, ボルトの支圧力による円孔周りのクリープが部材の変形や終局耐力に大きく影響することから, これを設計で考慮することが重要となる. そこで, 今回, 5 年間の持続荷重が作用した場合の連結部の耐力, 及び変形に対する抵抗性を検討することを目的として, ボルトの支圧力による円孔周りのクリープ, 並びにクリープ実験後の残存支圧強度に関するデータを採取した.



正面図 側面図

図-1 試験片

2. ボルトの支圧力による円孔周りのクリープ実験

2.1 実験概要

ボルトの支圧力による円孔周りのクリープ実験に用いた試験片の形状を図-1に, 実験装置を図-2にそれぞれ示す. 試験片の形状は, 幅 110mm×長さ 300mm×厚さ 16mm, 縁端距離を 75mm とし, M22 の高力ボルトに対して $\phi 23.5$ の孔を有するものとした. 今回の検討では, 5 年間 (43,800 時間) の持続荷重が作用した場合を想定し, クリープ実験に用いた載荷荷重 (支圧力), 及び載荷時間は, 以下の手順で設定した. ①検討対象とする持続荷重は, 許容支圧力 R_{aa} とする. ②無載荷の試験片を用いて支圧強度試験により支圧耐力 R_a を求め, R_a の 1/3 を R_{aa} とする. ③5 年間の載荷時間を短縮するために, 載荷荷重と載荷時間に対数関係が成り立つものと仮定する (図-3). ④図-3 より, 載荷時間を約 2,190 時間 (約 3 ヶ月) とした場合の載荷荷重 F を算定する. ここで, 支圧強度試験より, $R_a = 140.3\text{kN}$, 図-3 より, $F = 0.52 \times R_a$ が得られた. 以上より, 載荷荷重 $F = 0.52 \times R_a = 73.0\text{kN}$, 載荷時間 2,190 時間とした. 高力ボルトの締結力は, FRP の部材厚方向のクリープにより低下することが知られている²⁾. ここでは, ボルトの締結力の低下量を 50%と見込み, M22 の標準ボルト張力 226kN に対して, 113kN を導入した. ボルトの締結力を導入する際には, 円孔縁にボルトを接地させ載荷荷重方向への滑りのないようにした. 載荷は, 油圧ジャッキをコントロールすることにより, $73.0 \pm 2.2\text{kN}$ ($\pm 3\%$) で制御した. 実験時には, 載荷荷重, 及び図-2 に示す標点間の変形量を計測した. 試験片数は 4 体で, このうち, No. 1, 3 において変形量の計測を行った.

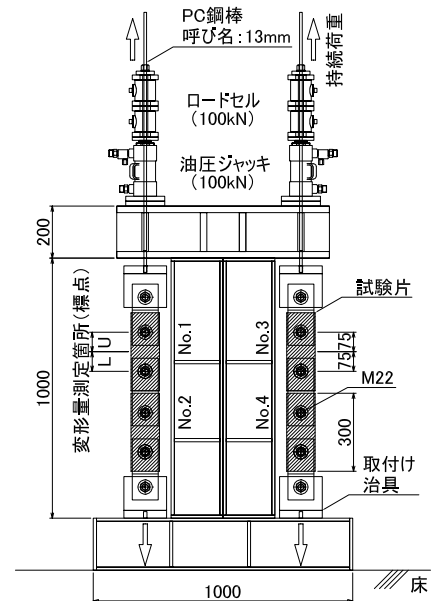


図-2 クリープ実験装置 (正面図)

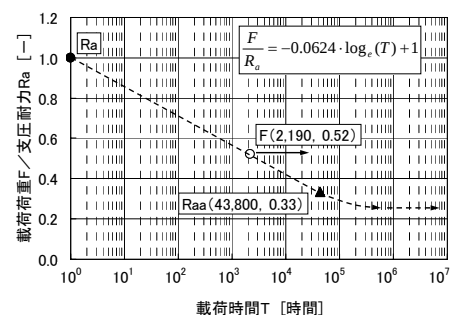


図-3 載荷荷重と載荷時間の関係

2.2 実験結果

載荷時間と変形量の増分の関係, 並びに実験時の雰囲気温度を図-4

キーワード シールドトンネル, 立坑, FRP, 切削可能, 連結部, クリープ

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株) TEL 042-489-7779

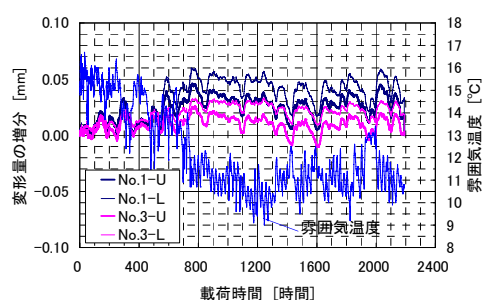


図-4 荷重時間と変形量の増分の関係

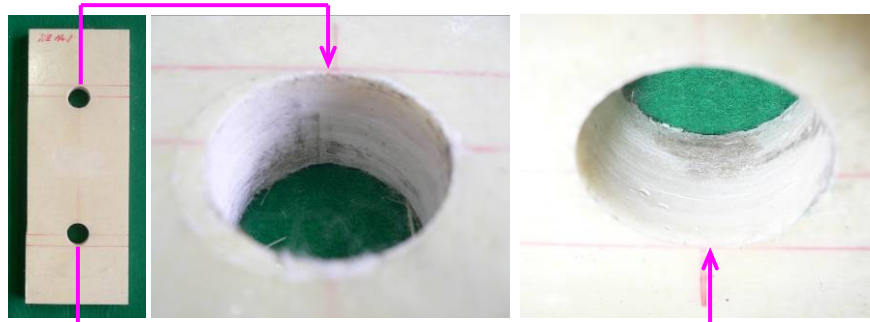


写真-1 クリープ実験後の試験片の状況 (No. 1 試験片)

に、荷重後の試験片の状況として No. 1 の結果を写真-1 に示す。図-4 より、持続荷重により変形量は増加するものの概ね 600 時間以降は安定しており、2,190 時間の時点においても変形量は漸増する傾向はなく、クリープ破壊する兆候は見られなかった。持続荷重期間内における最大変形量は、0.060mm であった。また、写真-1 に示すように、クリープ実験後の円孔周りには亀裂や層間剥離等の損傷は見られなかった。

3. クリープ実験後の残存支圧強度試験

3.1 試験概要

クリープ実験が終了した試験片を用いて残存支圧強度試験を行った。試験方法を図-5 に、試験状況を写真-2 にそれぞれ示す。

3.2 試験結果

残存強度の支圧試験結果、並びに前述した無荷重の試験片による支圧強度試験結果を表-1 に、試験後の試験片の状況として No. 1 の結果を写真-3 に示す。これより、クリープ実験後の残存支圧強度の平均値と無荷重の平均値を比較すると、強度比は $381.7/376.3=1.01$ であり、遜色ないことが確認された。また、破壊は写真-3 に示すような支圧破壊であった。

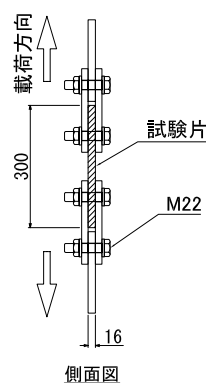


図-5 試験方法



写真-2 試験状況

表-1 支圧強度試験結果

CASE		幅平均	板厚	破壊荷重	支圧強度	破壊形態
		[mm]	[mm]	[kN]	[N/mm ²]	
残存強度	No.1	110.0	17.2	143.4	378.7	支圧
	No.2	110.3	17.3	130.9	344.9	支圧
	No.3	109.2	17.4	148.5	387.3	支圧
	No.4	109.4	17.3	157.9	416.0	支圧
	平均値	109.7	17.3	145.2	381.7	
無載荷	No.1	109.9	17.0	134.9	361.4	支圧
	No.2	109.9	16.7	136.1	371.2	支圧
	No.3	110.0	17.0	147.6	393.8	支圧
	No.4	109.9	17.1	143.0	380.7	支圧
	No.5	110.2	17.0	139.9	374.6	支圧
	平均値	110.0	16.9	140.3	376.3	

4. おわりに

本検討における実験条件では、円孔周りに亀裂や層間剥離等の損傷は見られず、残存支圧強度の低下も見られなかったことから、持続荷重に対して十分な耐荷力があることが確認された。また、最大で 0.060mm の変形量が確認されたことから、変形照査における参考データとしたいと考えている。

今後の課題として、図-3 で仮定した載荷荷重と載荷時間の関係の確認が必要と考えている。

参考文献

- 1) 新井, 吉川, 嶋田, 柴田, 糸久, 倉田: GFRP 積層板を用いた切削可能 H 形部材と H 形鋼の接続部の曲げ・せん断耐力確認実験, 土木学会第 61 回年次学術講演会, 6-107, 2006.9
- 2) 木嶋, 勝野, 小林, 日野, 西崎: FRP ボルト接合における軸力の経時変化に関する実験的検討, 土木学会第 61 回年次学術講演会, CS10-004, 2006.9



写真-3 支圧破壊の状況 (No. 1 試験片)