

超速硬セメント系注入式あと施工アンカーの付着特性
その8 鉄筋径によるクリープ特性

正会員 ○田村 努*¹ 正会員 中野克彦*²
 正会員 渡辺一弘*³ 正会員 田沼毅彦*³
 正会員 矢幡秀介*⁴ 正会員 兼吉孝征*¹
 正会員 安藤重裕*¹

あと施工アンカー 超速硬セメント 注入式
 クリープ変形 接着系アンカー 長期荷重

1. はじめに

超速硬セメント系注入式あと施工アンカーの付着特性について、前報¹⁾ではあと施工アンカーのクリープ破壊について報告した。本報告では、クリープにおけるアンカー筋の径による影響を把握するため、アンカー筋D13とD19のクリープ試験を実施したので、そのクリープ変形挙動の結果について報告する。

2. 実験方法

試験に用いた材料とその物性値一覧を表1に示す。アンカー材は、結合材、砂等がプレミックスされたカートリッジタイプ(W/B=0.38)の超速硬セメント系あと施工アンカーを用いた。

クリープ試験に用いた試験体はコンクリート割裂防止のため鋼管(外径216mm, 厚さ4.5mm)で拘束し、アンカー筋の埋込み長さを7da (da: アンカー筋の呼び径), アンカー筋は、高強度鉄筋のD13とD19を用いた。また、テンションロッドを接続するためにD13では全ねじM14(材質: SNB7)を、D19ではM20(材質: SNB7)をフラッシュバット溶接でアンカー筋と接合した。

クリープ試験装置の概要を図1に示す。試験体は、装置上部に設置し、加力はばねにより行った。試験体は、試験体作製から約2年を経過したものを使用し、クリープ試験は20°C, 60%R.H.の恒温室内で行った。

クリープ試験の載荷荷重は、付着試験を行い、その最大耐力に対し30~67%の荷重になるように載荷した。クリープ試験は各1本で行い、荷重、自由端(図1のδF)および載荷端側(図1のδLの4点)のアンカー筋の拔出量を測定した。

D19については、載荷後約5カ月で除荷し、除荷後の試験体についても付着試験を実施した。

3. 実験結果

図2, 3にクリープ試験における載荷時間と自由端変位の結果を示し、長期的なクリープ変形量を推定するため、EOTA ETAG 001 Part5²⁾に従い、(1)式の定数a, bを求めた。

$$S(t) = S_0 + a \cdot t^b \tag{1}$$

S₀ : 初期変形量
 t : 時間
 a, b : 定数

あと施工アンカーへの荷重比(最大耐力に対する載荷荷重比率)が大きくなるに伴い、載荷初期の自由端変位は大きくなった。また、載荷時間に伴う自由端の変化量についても、荷重比が大きくなるほど、変位量は大きくなる傾向であった。アンカー筋D13において荷重比45%以下では、自由端の変化量の増加がほとんど認められず、D13においては、荷重比45%以下であれば、クリープ限度以下と推測される。

D19においては、荷重比33%においても、載荷材齢とともに変位は増加する傾向は認められたが、クリープ変形量の推定から、50年における自由端変位量は、約0.4mm程度であるものと推測された。荷重比67%では自

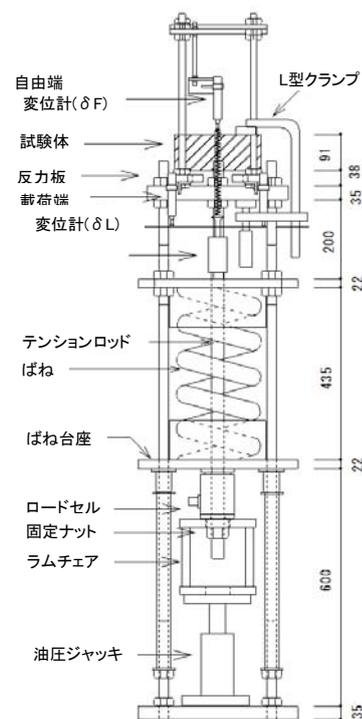


図1 クリープ試験装置

表1 付着試験およびクリープ試験に用いた試験材料の物性

コンクリート		アンカー筋			
圧縮強度 (N/mm ²)	静弾性係数 (kN/mm ²)	径	種類	降伏応力 (N/mm ²)	静弾性係数 (kN/mm ²)
30.3	27.8	D13	MK785	791	190
		D19	SD685	936	210

Characteristics of rapid hardening cement type post-installed bonded anchor Part8 - Creep behavior of the difference between diameter of rebar-

Tsutomu TAMURA, Katuhiko NAKANO, Kazuhiro WATANABE, Takehiko TANUMA, Shusuke YAHATA Takayuki KANEYOSHI and Shigehiro ANDO

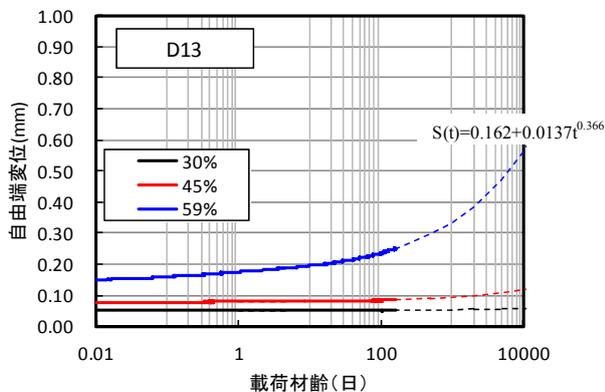


図2 載荷荷重比によるアンカー筋 D13 のクリープ挙動

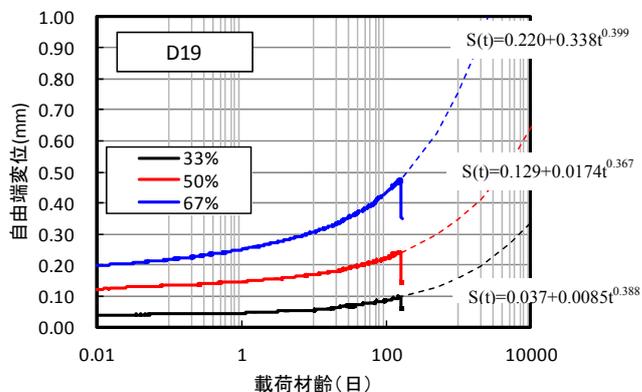


図3 載荷荷重比によるアンカー筋 D19 のクリープ挙動

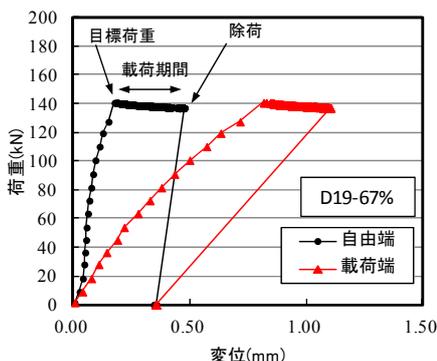


図4 載荷開始から除荷までの変位推移

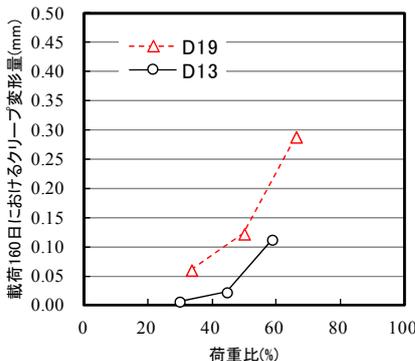
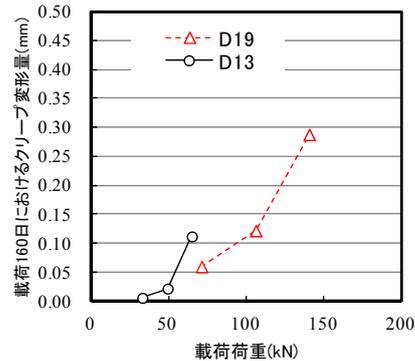


図5 載荷期間 160 日におけるクリープ変形量



自由端変位は0.4mm以上においても、クリープ破壊は発生していないことから、D13、D19ともに荷重比33%で載荷期間50年では、クリープ破壊を生じる可能性は低いものと推測される。

図4に載荷開始から除荷まで変位推移の一例を示す。目標荷重までは、5～10kN毎に荷重と変位の関係を測定した。載荷初期から80kN程度までは、荷重と変位の関係は直線的に増加したが、80kN以上で荷重の増加に伴い変位量が大きくなる傾向となった。また、持続載荷期間中は、変位の増加に伴い若干荷重は低下した。除荷後は、自由端と載荷端の変位はほぼ同じになり、除荷から3日で0.02mm程度の回復クリープが観察された。

目標載荷時点からの自由端の変化量をクリープ変形量として、図5に荷重比、載荷荷重とクリープ変形量の関係を示す。同一荷重比においてD13よりD19の方がクリープ変形量は大きくなる傾向が認められた。また、D13、D19ともに荷重比60%以上では、荷重比50%以下と比べクリープ変形量は大きくなった。載荷荷重で比較した場合は、載荷荷重で60kN以上よりクリープ変形量が大きくなる傾向であった。

クリープ試験前後の付着試験結果を表2に示す。D19の荷重比67%の試験体は、クリープ試験後の載荷側表面にひび割れが確認され、自由端側にはひび割れ等は確認されなかった。荷重比33%においては、長期持続載荷による付着強度の低下は認められず、荷重比33%では付着強度へ与

表2 付着強度試験結果

試験体名	径 アンカー筋*1		埋込長さ (mm)	最大耐力 (kN)	付着強度*2 (N/mm ²)		抜出し量 (mm)			
	da1	lb			τbl		δF		δL	
			Average		Average		Average		Average	
D13	12.7	91	113.2	110.2	31.2	30.3	0.05	0.10	4.90	4.10
	12.7	91	107.2		29.5		3.36			
	12.7	91	110.1		30.3		4.04			
D19	19.1	133	210.3	211.9	26.4	26.6	0.06	0.08	1.64	1.25
	19.1	133	204.8		25.7		0.66			
	19.1	133	220.7		27.7		1.44			
D19 33%	19.1	133	220.9		27.7		0.10		2.14	
D19 50%	19.1	133	178.2		22.3		0.07		0.91	
D19 67%	19.1	133	182.1		22.8		0.11		1.07	

*1: アンカー筋公称径 *2: $\tau_{bl} = P_{max} / (\pi \times da1 \times lb)$

える影響は小さいものと考えられる。

4. まとめ

超速硬セメント系注入式あと施工アンカーについて、アンカー筋 D13 と D19 のクリープ変形量を測定し、荷重比 33%では、D13、D19 ともに載荷期間 50 年においてクリープ破壊を生じる可能性は小さいものと推測された。

参考文献

- 1) 兼吉孝征ほか：超速硬セメント系注入式あと施工アンカーの付着特性—その6 クリープ特性，日本建築学会大会学術講演梗概集 構造IV，pp.649-650，2014.9
- 2) European Organisation for Technical Approvals ETAG 001 Part five : BONDED ANCHORS, pp.25, 2008

*1 住友大阪セメント (株)

*2 千葉工業大学 教授・博士 (工学)

*3 (独) 都市再生機構

*4 (株) エフアイティー

Sumitomo Osaka Cement Co., LTD.

Prof., Chiba Institute of Technology, Dr. Eng.

Urban Renaissance Agency

FIT Corporation