

## 超速硬セメント系注入式あと施工アンカーの付着クリープ特性

住友大阪セメント(株) 正会員 ○山田 宏, 安藤 重裕, 兼吉 孝征  
 千葉工業大学 中野 克彦, 都市再生機構 渡辺 一弘, 田沼 毅彦

### 1. はじめに

あと施工アンカーの耐久性に関して, 持続引張载荷における付着性能の低下が懸念される. しかし, 付着クリープについて, 報告例が少なく<sup>1)</sup>, その特性については, 十分な知見がない.

そこで本研究は, 持続引張载荷における各種アンカーの付着クリープ特性の把握を試みた. アンカー筋の定着方法, 載荷荷重およびコンクリートの圧縮強度に着目して検討を行った.

### 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. コンクリートは, 小さい圧縮強度を母材 A, 大きい圧縮強度を母材 B とした. アンカー材は, 無機系注入式あと施工アンカー (W/B=0.38) を用いた. 鋼材が降伏点に達しない状態での付着クリープ特性を把握するため, アンカー筋は, 高強度鉄筋 (D13・MK785) を用いた.

クリープ試験装置の概要を図1に示す. 試験体 (鋼板で円周を補強したφ216×91mmのコンクリート: アンカー筋の定着長7d<sub>a</sub>) は, 装置上部に設置し, 加力の持続はコイルバネを用いた. 試験は20°C, 60%R.H.の恒温室内で行った. 破壊モードは, 反力板を用いて, 付着破壊とした.

クリープ試験の試験条件を表2に示す. 先付けアンカーは, 母材およびアンカー筋から構成される. あと施工アンカーは, 母材, アンカー材およびアンカー筋から構成され, φ18mmの湿式コアドリルで母材の穿孔した後に, アンカー施工を行った. 母材とアンカー材の強度増進が十分に小さくなった後にクリープ試験を開始した. 応力比 (载荷応力/最大付着強度) は, 0.3~0.8を目標に設定した. 応力比 0.64以下の試験体については, 载荷後3ヶ月で除荷し, 応力比 0.69以上の試験体については, クリープ破壊するまで, 载荷した.

クリープ特性は, コンクリートの圧縮クリープ特性の評価指標を参考に, クリープ係数および単位応力当たりのクリープひずみ (以下, 「単位クリープ」と称する) での整理を試みた. いずれの応力比でも, クリープ試験開始直後の自由端の初期ひずみを弾性ひずみとみなした. クリープ係数は, クリープ試験開始後の自由端のクリープひずみを弾性ひずみで除して求めた. 単位クリープは, クリープ係数を付着弾性係数 (付着強度-ひずみの関係から算出) で除して求めた. 付着強度は, 式(1)によって, 算出した.

$$\tau_b = \frac{P}{\pi \cdot d_a \cdot l_b} \quad (1)$$

ここで,  $\tau_b$  は付着強度(N/mm<sup>2</sup>),  $P$  は载荷荷重(kN),  $d_a$  はアンカー筋の公称径(mm),  $l_b$  は定着長(mm)である.

キーワード あと施工アンカー, 付着クリープ, クリープ係数, 単位クリープ

連絡先 〒274-0084 千葉県船橋市大神保町 1357-4 住友大阪セメント(株)建材事業部 TEL 047-457-7651

表1 使用材料および物性値

|        |                           |                             |
|--------|---------------------------|-----------------------------|
| コンクリート | 圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> ) | ヤング係数 (kN/mm <sup>2</sup> ) |
|        | 母材 A : 24.3               | 母材 A : 28.4                 |
|        | 母材 B : 46.2               | 母材 B : 34.9                 |
| アンカー材  | 62.4                      | 25.0                        |
| アンカー筋  | 降伏強度 (N/mm <sup>2</sup> ) | ヤング係数 (kN/mm <sup>2</sup> ) |
|        | 791                       | 190                         |

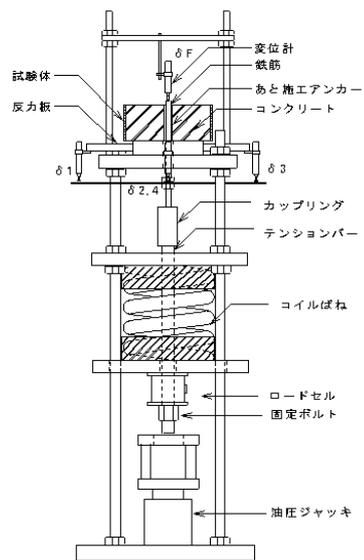


図1 クリープ試験装置

表2 試験条件

|          | 母材 | 応力比       |           |           |
|----------|----|-----------|-----------|-----------|
|          |    | 0.32~0.33 | 0.61~0.64 | 0.69~0.80 |
| 先付けアンカー  | A  | ○         | ○         | ○         |
|          | B  | —         | ○         | —         |
| あと施工アンカー | A  | ○         | ○         | ○         |
|          | B  | —         | ○         | —         |

3. 実験結果

クリープ試験の導入荷重を設定するため、各ケースにおいて、最大付着強度を求める試験を実施した。クリープ載荷条件と同様に、破壊モードは、反力板を用いて、付着破壊とした。試験結果を表3に示す。本結果を基準に、クリープ試験の応力比に達するよう、それぞれ加力を行った。また、付着弾性係数は、 $50 \times 10^{-6}$  のひずみとなる点と1/3付着強度となる点を結ぶ傾きとした。

クリープ係数の経時変化を図2に示す。先付けアンカー、あと施工アンカーともに、母材強度が一定で応力比が大きいと、クリープ係数が大きく、また、同程度の応力比で母材強度が小さいと、クリープ係数が大きい結果となった。先付けアンカー、あと施工アンカーを比較すると、あと施工アンカーの方が、クリープ係数が大きい傾向となった。

単位クリープの経時変化を図3に示す。先付けアンカー、あと施工アンカーを比較すると、あと施工アンカーの「応力比 0.64-B」を除いて、単位クリープは、先付けアンカーの方が、あと施工アンカーより、大きい傾向となった。アンカーシステムとしての付着弾性係数(剛性)が影響して、クリープ係数と異なる結果となった。

参考として、載荷時間91日での付着クリープ特性およびクリープ破壊日数を表4にまとめる。

4. まとめ

以下に、本検討結果をまとめる。

(1) 同程度の応力比で比較すると、あと施工アンカーのクリープ係数の方が、先付けアンカーのクリープ係数より、大きい傾向となった。

(2) 一部を除いて、先付けアンカーの単位クリープの方が、あと施工アンカーの単位クリープより、大きい傾向となった。

参考文献

1) 宮内靖昌ほか：接着系あと施工アンカーの長期載荷性状，日本建築学会大会学術講演梗概集（東海），pp.209-210，2012.9

表3 付着強度試験結果

|          | 母材 | 最大付着強度 (N/mm <sup>2</sup> ) | 付着弾性係数 (kN/mm <sup>2</sup> ) |
|----------|----|-----------------------------|------------------------------|
| 先付けアンカー  | A  | 12.7                        | 4.03                         |
|          | B  | 13.8                        | 6.12                         |
| あと施工アンカー | A  | 25.7                        | 13.0                         |
|          | B  | 32.6                        | 26.8                         |

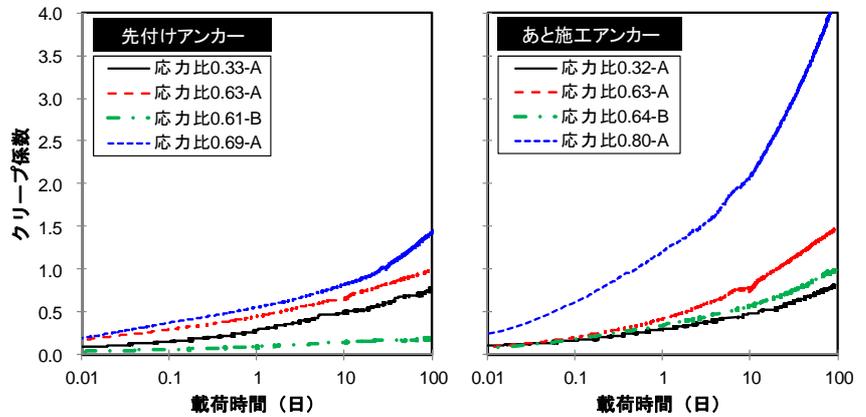


図2 クリープ係数の経時変化

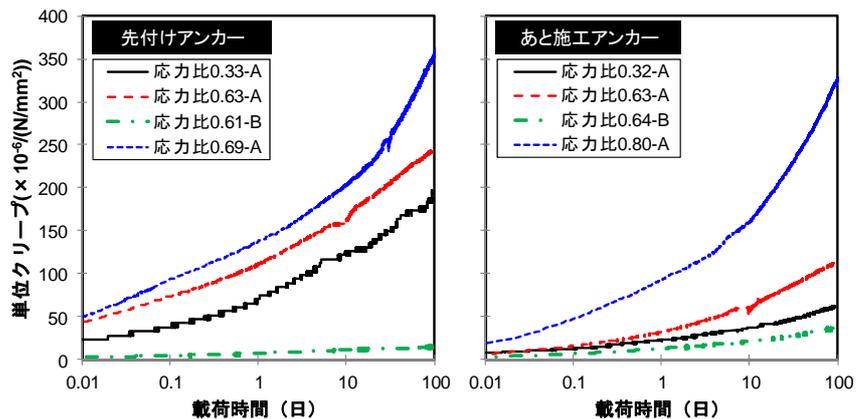


図3 単位クリープの経時変化

表4 載荷時間91日での付着クリープ特性およびクリープ破壊日数

|          | 母材 | クリープ係数    |           |           | 単位クリープ ( $\times 10^{-6}/(N/mm^2)$ ) |           |           |
|----------|----|-----------|-----------|-----------|--------------------------------------|-----------|-----------|
|          |    | 応力比       |           |           | 応力比                                  |           |           |
|          |    | 0.32~0.33 | 0.61~0.64 | 0.69~0.80 | 0.32~0.33                            | 0.61~0.64 | 0.69~0.80 |
| 先付けアンカー  | A  | 0.75      | 0.98      | 1.40      | 187                                  | 243       | 346       |
|          | B  | —         | 0.20      | —         | —                                    | 15        | —         |
| あと施工アンカー | A  | 0.82      | 1.47      | 4.13      | 63                                   | 112       | 318       |
|          | B  | —         | 0.99      | —         | —                                    | 37        | —         |

※ 先付けアンカー「応力比 0.69-A」：クリープ破壊 172 日

あと施工アンカー「応力比 0.80-A」：クリープ破壊 168 日