４）材料研究グループ

４）－８　留付けに用いる細径の金属系あと施工アンカーの諸特性に関する研究【持続可能】

Study on characteristics of narrow-diameter anchor used for fixing exterior materials

（研究開発期間　令和 5～6 年度）

材料研究グループ
Department of Building Materials and Components
中田　清史　NAKADA Kiyofumi
松沢　晃一　MATSUZAWA Koichi
鹿毛　忠継　KAGE Tadatsugu
構造研究グループ
Department of Production Engineering
脇山　善夫　WAKIYAMA Yoshio

In this study, pulling tension property and creep property of narrow-diameter anchors used for fixing exterior materials are examined.

［研究開発の目的］

あと施工アンカーは平 13 国交告第 1024 号，平 18 国交告第 314 号により規定され，「あと施工アンカー・連続繊維補強設計・施工指針」では，耐震改修促進法によらず，建築基準法への適合が必要とされる補強工事において，柱・梁架構内への耐震補強の鉄筋コンクリート増設壁や鉄骨ブレース設置補強に対する適用を認め，短期許容引張力，短期許容せん断力およびこれらの材料強度についてのみ規定された。そして，2 度にわたる建築基準整備促進事業により，平成 13 年国土交通省告示第 1024 号の一部が改正され（令和 4 年 3 月 31 日公布・施行），鉄筋コンクリート造等の部材と構造耐力上主要な部分である部材との接合に用いるあと施工アンカーの接合部の許容応力度および材料強度が指定できるようになった。

上述のように，構造部材の定着に用いられる埋込長さの長い接着系あと施工アンカーについては，その使用方法などに関して整備がなされてきた。一方，外装仕上材や設備機器など，非構造部材の留付けに用いられる埋込長さが短く，直径10㎜未満の細径あと施工アンカーの引抜き特性や，それらを長期にわたり留め付けておくための安全性（クリープ特性）に関する検討は少ない。

本研究では，外装仕上材などの非構造部材の留付けに用いる直径10㎜前後の金属系あと施工アンカーを対象とし，それらの引抜き特性およびクリープ特性に関する検討を行うこととした。なお，本課題では，固定方式が拡張式および拡底式で異なる場合，また，それらに樹脂を併用した場合などについて検討を行った。

［研究開発の内容］

試験体は，内径φ215 ㎜，高さ 120 ㎜鋼管に打込んだコンクリートの中央に表 1 に示す各種 M10 の金属系あと施工アンカーを垂直に施工したものとした。

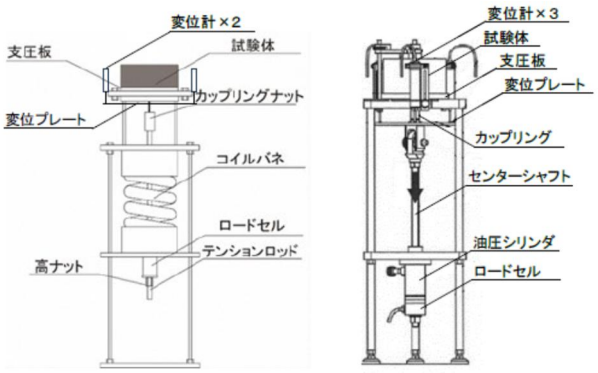
各 2 体（金属拡底は 7 体）の合計 15 体とした。コンクリート強度は長期間載荷試験前に標準養生供試体で 28.7N/㎟ であった。また，樹脂は，無機系の注入方式カートリッジ型の樹脂とした。

試験は，各アンカーの長期許容応力度に相当する荷重で約半年，そして，期許容応力度相当荷重の 1.5 倍の荷重で約半年のクリープ試験の後に，引張試験を行うこととした。なお，樹脂併用の荷重は，併用する金属拡張アンカーの設計荷重とした（表 1）。

クリープ試験は，温度 20±3℃，湿度 60±10%R.H. の試験室内に設置されたバネ式の載荷装置（図 1(a)）を用いて一定の引張荷重を継続的にアンカー筋に対して載荷した。長期載荷は穿孔径の 1.5 倍の孔を有する支圧板により拘束状態で行った。

表 1　供試体一覧

試験体	種類	載荷荷重（kN）		
		長期相当	長期×1.5	（終局相当）
A6～A7	芯棒打込み式	2.61	3.92	10.44
B6～B7	スリーブ打込み式	2.82	4.23	11.28
C1～C7	拡底式	4.93	7.40	19.74
D6～D7	樹脂併用芯棒	2.61	3.92	10.44
E6～E7	樹脂併用スリーブ	2.82	4.23	11.28



(a) クリープ試験　　(b) 引張試験

図 1　試験装置

変位は，アンカー筋の載荷端側に変位計 2 台を設置し，平均値を抜出し量とし，計測間隔は，載荷開始から 10 分につき 1 データを記録した。

クリープ試験を終えた供試体は，図 1(b)に示す試験装置を用いて引張試験を行った。なお，載荷は非拘束状態で行い，変位は，アンカー筋の載荷端側に変位計 3 台を設置し，平均値を抜出し量とした。

［研究開発の結果］

図 2 に芯棒打込み式アンカー（樹脂併用含む）のクリープ試験結果を示す。載荷時の変形量は 0.2㎜ 程度と小さく，樹脂を併用することで更に初期の変形を抑えることができる。何れの試験体も半年間での変形は微小でクリープ破壊を起こすようなものでは無いと推察される。また，図 3 にスリーブ打込み式アンカー（樹脂併用含む）のクリープ試験結果を示すが，こちらも芯棒打込み式アンカーと同様の傾向が確認された。

表 2 に金属拡張アンカーの長期間載荷後の引張試験結果を示す。設計荷重に対して 1.2 倍から 2.2 倍の最大荷重であることが確認された。また，樹脂を併用することで最大荷重の抜出し量が小さく，最大荷重が高くなり，0.3 ㎜抜出し時の荷重でも設計荷重を超す試験結果となっていた。なお，破壊形式は何れも樹脂が切れた後のコーン破壊であった。

図 4 に金属拡底アンカーの長期間載荷試験結果のグラフを示す。金属拡張アンカーに比べて，載荷時の変形が大きく，載荷後も変形が安定するまで，1 週間程度の時間を要することが確認された。安定後の半年間での変形は微小なもので長期荷重相当でクリープ破壊を起こすようなものでは無いと推察されるが，長期荷重の 1.5 倍の場合は，変形が若干進んでいくことが確認された。

図 5 に金属拡底アンカーの長期間載荷試験前後の引張試験結果を示す。載荷後は初期剛性が高く，0.3㎜ 抜出し時の荷重も高くなっているが，設計荷重を超すのは，変形が更に進んでからであり，長期間載荷後の初期変形を変えるような傾向を確認することができた。なお，破壊形式は何れも抜出し後のコーン破壊であった。

表 2　引張試験結果

試験体	設計荷重 (kN)	最大荷重 (kN)	抜出し量 (㎜)	0.3㎜ 時荷重 (kN)
A6	10.44	13.07	5.52	5.86
A7	10.44	12.66	8.10	6.59
D6	10.44	16.94	0.43	14.95
D7	10.44	19.17	1.07	14.73
B6	11.28	18.44	7.88	8.94
B7	11.28	19.34	9.49	8.17
E6	11.28	24.47	3.15	12.86
E7	11.28	21.34	2.47	13.00

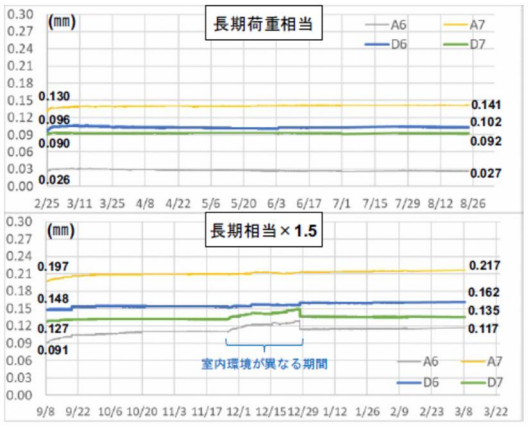


図 2　芯棒打込み式アンカーのクリープ試験結果

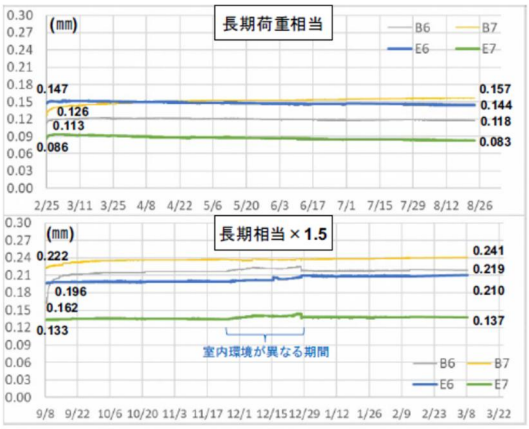


図 3　スリーブ打込み式アンカーのクリープ試験結果

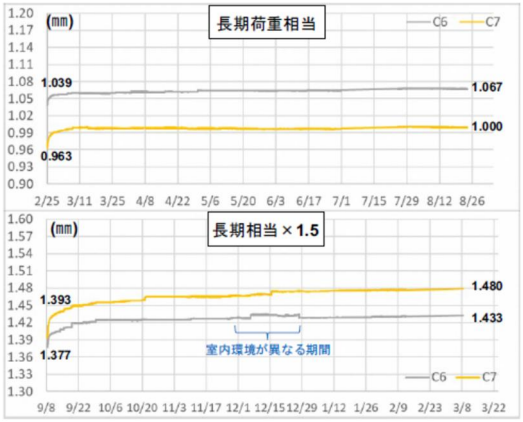


図 4　金属拡底式アンカーのクリープ試験結果

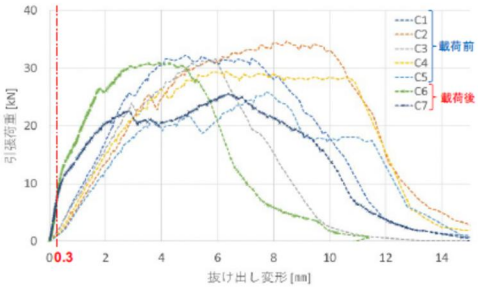


図 5　金属拡底アンカーの引抜き試験結果