

繰返し荷重を受ける金属系あと施工アンカーの軸引張耐力に関する基礎的研究

神戸大学 正会員 ○三木 朋広
神戸大学 藤田 百香

1. 研究背景と目的

あと施工アンカー工法は、耐震補強、橋梁上部構造の落橋防止装置のほか、コンクリート構造物への遮音壁や照明設備等の付帯設備の取付けなどに使用される。この工法では、コンクリートが硬化した後、所定の位置に穿孔し、母材となるコンクリートにあと施工アンカーを固着して設備等を固定する。このとき、付帯設備等に作用する力はあと施工アンカーを介してコンクリートに確実に伝達される必要がある。土木学会ではコンクリートのあと施工アンカー工法的设计・施工・維持管理指針(案)を2022年に改訂した。この指針(案)では、金属系、接着系のあと施工アンカーの設計方法等が示されている。

本研究では、金属系アンカーのうち金属拡底アンカーを使用した。金属拡底アンカーは、専用機材によって孔の先端部を大きな直径となるよう成形して、主に拡径部からコンクリートに伝達する支圧力による機械的ななみ合い作用によって母材に固定するものである。本研究では、繰返し荷重を受ける金属拡底アンカーの軸引張耐力を把握することを試みた。本稿では、ブロック供試体とRC梁供試体を用いて繰返し引張荷重を作用させた場合の荷重変位関係、ならびに既にコンクリートに生じたひび割れが軸引張耐力に与える影響について報告する。

2. 実験方法

荷重試験には、ブロック供試体4体、RC梁供試体1体を使用した。ブロック供試体は1辺200mmの無筋コンク

リート立方体とした。また、RC梁供試体は断面200mm×200mm、長さ2000mmであり、引張鉄筋にD16を2本、スターラップにD6を用いた。図1にRC梁供試体の配筋図を示す。いずれの供試体にも同じ配合のコンクリートを用いた。円柱供試体を用いた強度試験によると圧縮強度37.3 N/mm²、静弾性係数24800 N/mm²、引張強度2.74 N/mm²であった。

あと施工アンカーの引張試験は、ブロック供試体においては所定の圧縮力(840 kN, 60 kN)を作用した状態、またRC梁供試体においては所定の曲げ荷重(60 kN)を作用した状態で実施した。あと施工アンカーは、ブロック供試体では荷重中向かい合う両側面に、またRC梁供試体では、図2、図3に示すように、曲げ圧縮側と曲げ引張側に所定の箇所にそれぞれ設置した。

3. 実験結果と考察

土木学会の指針案¹⁾に従うと、式(1)に示す設計降伏耐力 T_{yd} は16.4 kNであり、式(2)に示す設計コンクリートコーン状破壊耐力 T_{cd} は12.5 kNであった。

$$T_{yd} = K_t T_y / \gamma_b \quad (1)$$

ここで、 $T_y = a_o f_{y,md}$ 、 $K_t = 1.0$ 、 $\gamma_b = 1.1$ 、 $a_o = 84.3 \text{ mm}^2$ 、 $f_{y,md} = 235/1.1 = 213.6 \text{ N/mm}^2$ とした。

$$T_{cd} = K_t \alpha A_c \sqrt{f'_{cd}} / \gamma_b \quad (2)$$

ここで、 $K_t = 1.0$ 、 $\alpha = 0.31$ 、 $\gamma_b = 1.6$ 、 $A_c = \pi l_e (l_e + D_a)$ 、 $l_e = 48.1 \text{ mm}$ 、 $D_a = 31.7 \text{ mm}$ 、 $f'_{cd} = 37.3/1.3 = 28.7 \text{ N/mm}^2$ とした。

ブロック供試体を対象とした実験結果を表1に示す。

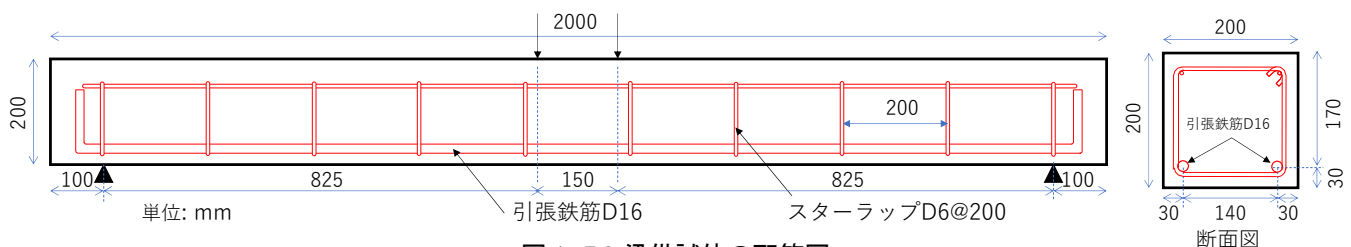


図1 RC梁供試体の配筋図

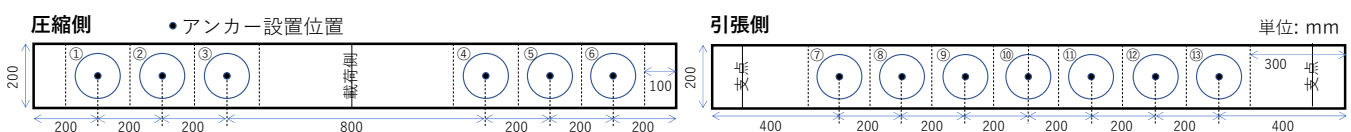


図2 RC梁におけるアンカーの設置位置

キーワード 金属拡底アンカー、軸引張耐力、繰返し荷重、RCはり、曲げひび割れ、側圧

連絡先 〒657-8501 神戸市灘区六甲台町1-1 神戸大学大学院工学研究科市民工学専攻 TEL 078-803-6094

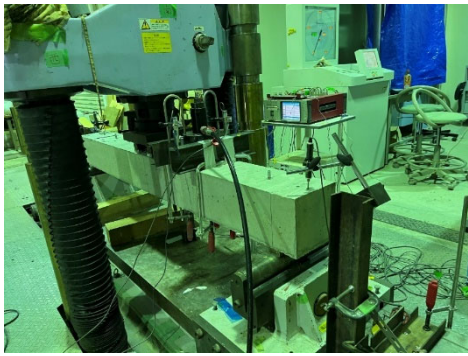


図3 曲げ荷重試験の様子(No.4 荷重時)

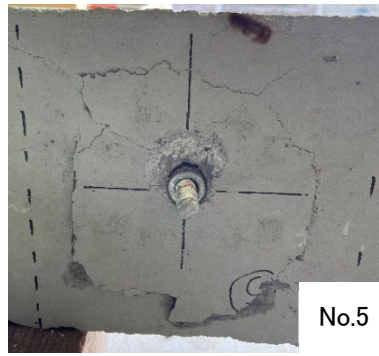


図4 試験後の様子(No.5: 圧縮側, No.10: 引張側)

表1 荷重条件と実験結果(ブロック供試体)

ブロック供試体	側圧(kN)	荷重方法	最大荷重(kN)	最大荷重時の変位(mm)	破壊モード
拵底 1A	840	単調	50.14	8.96	鋼材降伏
拵底 1B	840	単調	49.93	10.07	鋼材降伏
拵底 2A	840	繰返(10回)	50.77	9.39	鋼材降伏
拵底 2B	840	繰返(30回)	50.66	8.52	鋼材降伏
拵底 3A	60	単調	46.80	7.04	割裂破壊
拵底 3B	60	単調	47.22	6.46	コーン状破壊
拵底 4A	60	繰返(5回)	36.35	4.60	割裂破壊
拵底 4B	60	繰返(10回)	41.89	5.17	コーン状破壊

表2 荷重条件と実験結果(RC 梁供試体)

No	設置位置	繰返回数	最大荷重(kN)	最大荷重時の変位(mm)	破壊モード
1	圧縮側	2	35.36	3.02	割裂破壊
2	圧縮側	12	49.98	8.73	鋼材降伏
3	圧縮側	11	51.24	7.10	鋼材降伏
4	圧縮側	12	50.04	7.29	鋼材破断
5	圧縮側	10	47.06	5.14	コーン状破壊
6	圧縮側	6	37.45	4.53	コーン状破壊
7	引張側	2	35.31	6.07	割裂破壊
8	引張側	1	28.73	5.21	割裂破壊
9	引張側	1	25.38	3.67	割裂破壊
10	引張側	1	33.48	4.66	割裂破壊
11	引張側	1	31.70	6.71	割裂破壊
12	引張側	1	34.84	3.55	割裂破壊
13	引張側	1	34.16	8.67	割裂破壊

この試験では、あと施工アンカーが軸直交方向から側圧として圧縮強度の約 55%と約 4%に相当する圧縮力を受けた状態における軸引張力を測定した。側圧が大きい場合、単調荷重の結果と比べても 10~30 回程度の繰返し引張荷重による挙動の違いは見られなかった。破壊モードは、側圧が大きい場合は鋼材降伏であったが、小さい場合は割裂ひび割れに伴う破壊やコーン状破壊であった。

RC 梁供試体を対象とした実験結果を表 2 に示す。この試験では、梁の等曲げモーメント区間の圧縮縁でコンクリートが圧縮ひずみ 1000 μ 程度 (圧縮応力度で 25 N/mm²) 相当の圧縮力を側圧として受け、一方引張側ではスパン中央でひび割れ幅 0.11~0.14 mm のひび割れが生じた状態での軸引張力を測定した。曲げ圧縮側では、モーメント分布に従い側圧が大きい No.3 や No.4 では破壊モードが鋼材降伏であったが、側圧が小さい No.5 や No.6 ではコーン状破壊(図 4)となった。一方、曲げ引張側では既存ひび割れの影響がみられた。一例として図 5、図 6 に示すスパン中央の No.10 では最大荷重は 33.5 kN であり、また引張試験開始時に既に 0.14 mm 程度のひび割れが生じていたが、引張荷重が 20 kN 程度以降で開口変位が増加し、約 0.8 mm に達したときに最大荷重に至った。

4. まとめ

設置位置で側圧、ならびにひび割れが生じた状態において、繰返し荷重を受けるあと施工アンカーの軸引張耐力を実験的に把握した。今後、設置環境に即したあと施

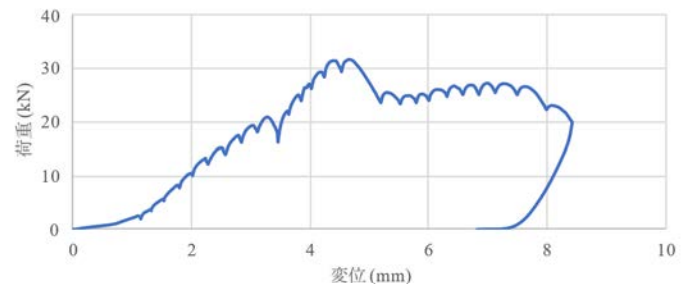


図5 荷重-変位関係 (No.10)

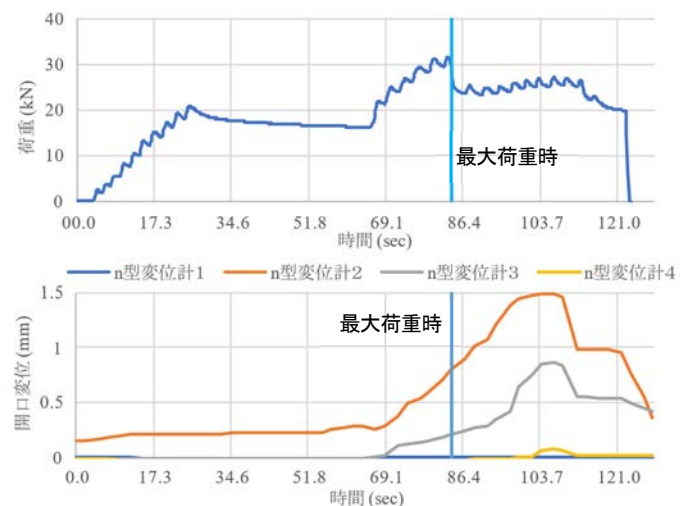


図6 荷重とひび割れ開口変位の時刻歴 (No.10)

工アンカーの抵抗機構を実験的に把握する予定である。

参考文献

- 1) 土木学会：コンクリートのあと施工アンカー工法の設計・施工・維持管理指針(案), コンクリートライブラリー160, 2022