

スクリー形状を有するあと施工アンカーのコーン状破壊耐力

ジャパンライフ(株) 正会員 ○出口 祐太
酒井工業(株) 川上 修
近畿大学 正会員 東山 浩士

1. はじめに

Küenzlen ら¹⁾によるスクリー形状を有するコンクリート用あと施工アンカーの引抜き耐力に関する研究が2000年頃から始まり、その後、欧米豪において研究が盛んに行われてきた。著者らも独自に開発したスクリー形状を有するコンクリート用あと施工アンカー（以下、アンカーと称す）の引抜き耐力に関する研究に取り組んできた²⁾。ここで、本アンカーの特徴は、アンカーの外径より小さい径の穿孔内にエポキシ樹脂接着剤を注入した後、アンカーをコンクリートに切り込ませることにより、アンカーをコンクリートに密着させることである。これまで、呼び径16mm (M16) のアンカーについて、コーン状破壊した時の引抜き耐力が有効埋込み深さの1.5乗、コンクリート強度の0.5乗に比例したことから、Fuchs ら³⁾の耐力式を基本に検討してきた。

本研究では、新たにM12のアンカーを開発し、引抜き耐力試験を実施したので、既往のM16に関する試験結果と合わせての耐力評価を報告する。

2. 試験概要

2.1 アンカー

新たに開発したM12のアンカーを図-1に示す。コンクリート内に埋込むスクリー形状部の全長は約85mmであるが、アンカー先端部に1.5mmの斜め加工があるため、本研究では、有効埋込み深さをアンカーの埋込み深さから先端加工部の長さを差し引いた値としている。アンカーの外径は15.1mmであり、スクリー形状の谷部となる箇所径は11.2mmである。穿孔径は13mmである。穿孔内のコンクリート粉を清掃した後にエポキシ樹脂接着剤を注入し、その直後にアンカーをインパクトレンチにより打設する。

2.2 試験体および試験方法

アンカーを打設するコンクリート版の寸法は、

キーワード あと施工アンカー、スクリー形状、コンクリート、コーン状破壊、引抜き耐力

連絡先 〒124-0024 東京都葛飾区新小岩 1-55-5 ジャパンライフ(株) TEL 03-3655-7641

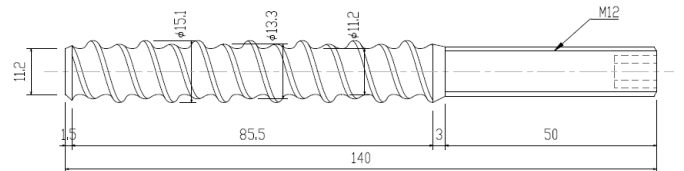


図-1 アンカー (M12)

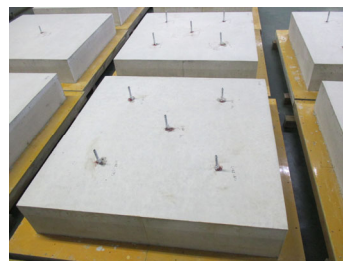


図-2 試験体

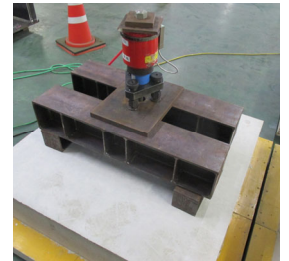


図-3 引抜き試験

1000×1000×200mmの正方形版であり、引抜き試験実施時の圧縮強度は44.8N/mm²であった。アンカーの埋込み深さは、40, 50, 60, 80mmの4種類である。埋込み深さ80mmの場合のみ、ひとつのコンクリート版に1本を打設（合計5本）し、それ以外の埋込み深さではひとつのコンクリート版に5本をコーン状破壊に影響しない範囲で打設した（図-2）。

試験方法を図-3に示す。コンクリート版上にH形鋼をコーン状破壊に影響しない間隔に設置し、アンカーのネジ部に接続したテンションロッドを介してセンターホールジャッキにより引抜き荷重を作用させた。

3. 試験結果

3.1 破壊性状

本試験では、合計20本の引抜き試験を実施し、そのうち、17本がコーン状破壊（図-4）となり、残り3本については、埋込み深さ60mmで2本、80mmで1本が結合破壊（図-5）となった。ここで、アンカー根本部での付着破壊とコーン状破壊が混在する破壊性状を結合破壊と呼ぶ。アンカー根本部の付着破壊

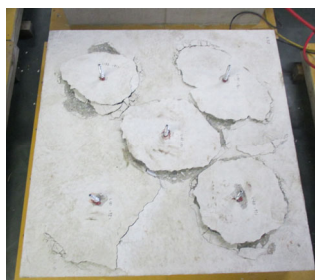


図-4 コーン状破壊



図-5 結合破壊

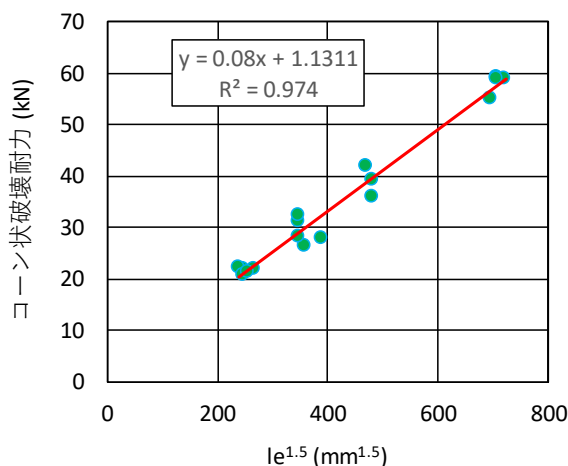


図-6 コーン状破壊耐力と有効埋込み深さの関係

長さは16～30mm程度であり、有効埋込み深さの1/3程度の長さであった。

3.2 引抜き耐力

コーン状破壊した17本のアンカーの耐力について、Fuchsら³⁾が提案している次式を用いて検討する。

$$T_c = k_{nc} \sqrt{f'_c} l_e^{1.5} \quad (1)$$

k_{nc} :係数, f'_c :コンクリートの圧縮強度(N/mm²), l_e :アンカーの有効埋込み深さ(mm)

まず、引抜き耐力試験から得られたコーン状破壊耐力と有効埋込み深さの1.5乗の関係を図-6に示す。この結果から、M16 アンカー²⁾と同様に、M12 アンカーについてもコーン状破壊耐力は有効埋込み深さの1.5乗に比例する。そこで、Fuchsらの式(1)を適用して係数 k_{nc} を求めた結果を表-1に示す。既往の研究結果²⁾からM16 アンカーの k_{nc} は15.4であり、本試験結果から求めたM12 アンカーの k_{nc} は12.4であった。両者の変動係数はほぼ同等である。また、両アンカーの k_{nc} の比(15.4/12.4 = 1.24)はアンカーの外径あるいは内径の寸法比とほぼ同じ値である。このことから、式(1)を適用する際にはアンカー径に応じた係数 k_{nc} の設定が必要であることがわかった。

表-1 M12 および M16 の k_{nc}

項目	M12	M16 ²⁾
k_{nc}	12.4	15.4
$T_{c,exp}/T_{c,cal}$ の平均値	1.003	1.006
変動係数	0.073	0.093

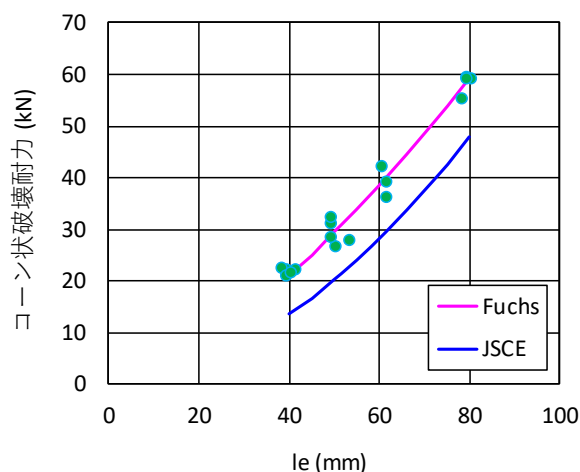


図-7 コーン状破壊耐力式の比較

次に、コンクリートのあと施工アンカー工法の設計・施工指針(案)⁴⁾のコーン状破壊耐力式と比較した結果を図-7に示す。ここで、設計・施工指針(案)の耐力式における安全係数は考慮せず、また、あと施工アンカーの種類を表す係数は大きい方の値である金属系アンカーの0.31を採用した。本試験結果は設計・施工指針(案)の耐力式を上回ることが確認できる。

4. まとめ

M16 アンカーと同様に、M12 アンカーは有効埋込み深さの1.5乗に比例し、コーン状破壊耐力はFuchsらの耐力式における係数 k_{nc} を変更することによって評価できることがわかった。そこで、今後はさらに異なる径のアンカーについて検討を進めることにより、係数 k_{nc} とアンカー径の関係を導いていく予定である。

参考文献

- 1) J.H.R. Küenzlen and R. Elinghausen: Load bearing behavior of fastenings with concrete screws, Otto-Graf-Journal, Vol. 13, pp.27-51, 2002.
- 2) 東山ら：あと施工アンカーの引抜き耐力に関する提案式とトルク耐力との相関, 材料, Vol. 68, No. 7, pp.584-589, 2019.
- 3) W. Fuchs, et al.: Concrete capacity design (CCD) approach for fastening to concrete, ACI Structural Journal, Vol. 92, No. 1, pp. 73-94, 1995.
- 4) 土木学会：コンクリートのあと施工アンカー工法の設計・施工指針(案), 2014.