

あと施工アンカーのひび割れ試験機の開発に関する研究

その3 拡底式アンカーのひび割れ時特性 (1)

2. 構造
ひび割れ
開発

8. 鉄筋コンクリート
試験機
拡底式アンカー

あと施工アンカー
引張載荷試験

正会員 ○澁谷 陽*1
正会員 阿部 伸*3
" 藤田正吾*2 " 船木尚己*4
" 姜 明煥*2 " 畑中 友*5
" 久保達也*2 " 大沼正昭*6
" 田中礼治*7

1. はじめに

あと施工アンカーを施工後、施工位置に地震やコンクリートの経年劣化などによりひび割れが発生する事例がある。このようなひび割れにより、あと施工アンカーの性能が低下することがわかっており、現在、欧州技術認証規格 (以降、EOTA とする。) ²⁾では、あと施工アンカーの施工箇所に発生したひび割れが、各種性能におよぼす影響を確認するための試験 (以降、ひび割れ試験とする。) の実施が標準となっている。EOTA により規定されているひび割れ試験は、貫通穴を開けたコンクリート母材にくさびを打ち、ひび割れを発生させるなど巨大なコンクリート供試体を必要とする他に、正確なひび割れ幅を設定することが難しいなどの問題がある。

そのような問題を解決するため、前報 ^{3),4)}では、小さな供試体でひび割れ幅が設定できる、ひび割れ試験機 (以降、試験機とする。) を考案し、その概要について報告している。報告した試験機は、コンクリートブロック (以降、供試体とする。) を 2 つに分断することで、ひび割れを設ける機構であった。しかし、分断時は片側の供試体のみがスライドする片開きの仕組みであった。そのため、片側の供試体にも荷重が集中してしまう課題があった。

本報では、前報での課題点を修正した改良型試験機を製作し、その試験機の機構と、あと施工アンカーの引張載荷試験の結果について報告するとともに、本試験機の試験精度について検証する。

2. ひび割れ試験機

2.1 試験機の概要

前報での課題点を修正するため、本試験機では両側の供試体がスライドする両開きの仕組みとし、より埋め込み長さのあるアンカーでも試験できるよう、使用する供試体を大きくするなどの改良を加えた。

改良型のひび割れ試験機の機構を図 1 に示す。本試験機は、ハンドルを回すことで、可動ブロックとガイドをスライドさせ、供試体が 2 つに分断することで、任意のひび割れ幅を設定する仕組みである。なお、供試体とガ

イドは、供試体に施工した固定用アンカーで固定している。

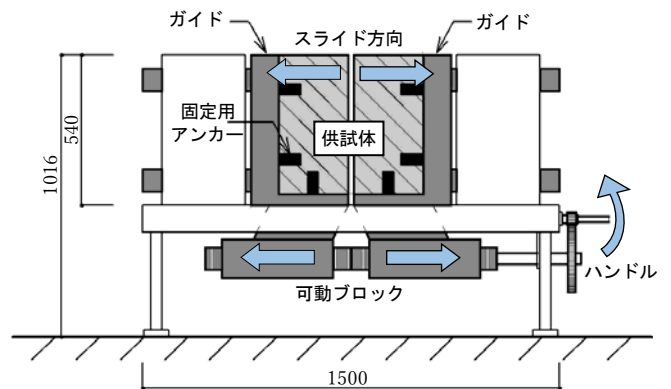


図 1 ひび割れ試験機の機構

2.2 供試体の製作方法

本試験機に設置する供試体として、2 つに分断されるコンクリートブロックを用いる。供試体の寸法は、一辺が 500mm の立方体であり、そのような供試体を製作するため写真 1 に示す型枠を用いた。

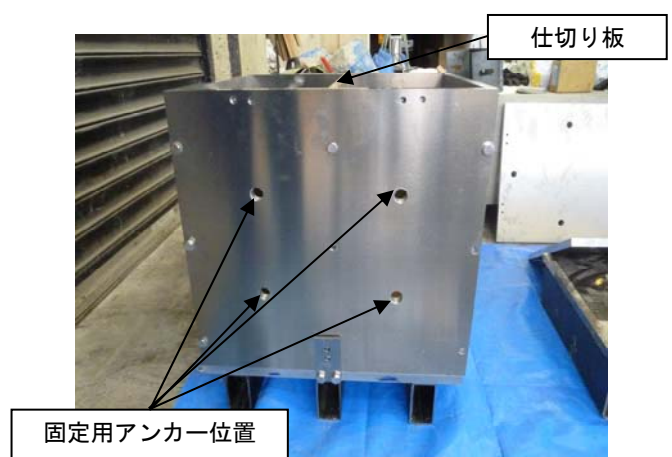


写真 1 ひび割れ試験用供試体の型枠

Development of Post-installed Anchors in Cracked Concrete Tester

Part3 Cracked Concrete Characteristics of Undercut Anchors

SHIBUYA Akira, FUJITA Shogo, KANG Myunghwan, KUBO Tatsuya, ABE Makoto,
HATANAKA Tomoyuki, FUNAKI Naoki, OHNUMA Masaaki and TANAKA Reiji

型枠中央には仕切り板があり、この位置が供試体のひび割れ位置となる。なお、型枠側面にある穴は、試験機のガイドと供試体を固定するアンカー（以降、固定用アンカー）を設置する位置である。

ひびわれ試験機の性質上、高い精度でひび割れ幅を制御する必要がある。そのためには、両側のひび割れ面同士が均一に接しなければならない。別々の型枠で製作し組み合わせた場合、このような供試体を製作することは施工上難しい。

限りなく両側のひび割れ面が均一に形成された供試体を製作するため、供試体の片側を製作後、ひび割れ面に離型剤を塗り、もう片側を製作した。写真2に製作した供試体を示す。供試体中央に分断位置が確認でき、この位置にひび割れが発生する。以下に、供試体の製作手順を示す。

- ① 型枠を組立て、離型剤を内側に塗り、その後固定用アンカーを設置する。
- ② 仕切り板で区切った型枠の片方のみコンクリートを打設し、コンクリート表面を平滑にする。
- ③ 打設したコンクリートが固まったのを確認し、型枠中央の仕切り板を外し、仕切り板に面していたコンクリート面に離型剤を塗る。
- ④ 型枠のもう片方にコンクリートを打設し、コンクリート表面を平滑にする。



写真2 供試体

写真3にあと施工アンカー施工時の様子、写真4に本試験機の全景を示す。

以下に、本試験機による載荷試験の手順を示す。

- ① 写真3に示すように、施工時にひび割れを起こさないよう、固定用冶具で供試体を固定する。
- ② ひび割れ位置の中心に正確に孔を設けるため、穿孔用ガイドを供試体に固定し、穿孔機により孔を設ける。
- ③ ポンプで孔内の清掃を行う。
- ④ 供試体にコンクリート打設時に埋め込んでいるアンカーを用い、供試体を試験機のガイドに固定する。
- ⑤ 写真4に示すように、供試体上面にレーザー変位計

を2箇所を設置し、アンカーを施工する。施工方法については、各メーカーの規定に従う。アンカー施工後、固定用冶具を外し、アンカーの施工によりひび割れが発生していないか確認する。

- ⑥ ひび割れ幅を計測するため、供試体側面にレーザー変位計を上下に2箇所（両側面合わせ4箇所）に設置し、ロードセルを介してエアシリンダーとアンカーをジョイントカップラにより連結する。

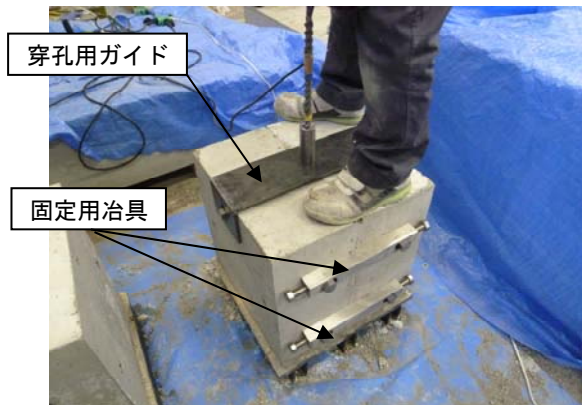


写真3 あと施工アンカー施工の様子

- ⑦ エアシリンダーにより、アンカーボルトに一定の引張荷重を加える。アンカーの抜け出し量はレーザー変位計3器で、荷重はシリンダーに併設したロードセルで計測する。
- ⑧ 供試体を固定したガイドを付属のハンドルでスライドさせ、ひび割れ幅を発生させる。

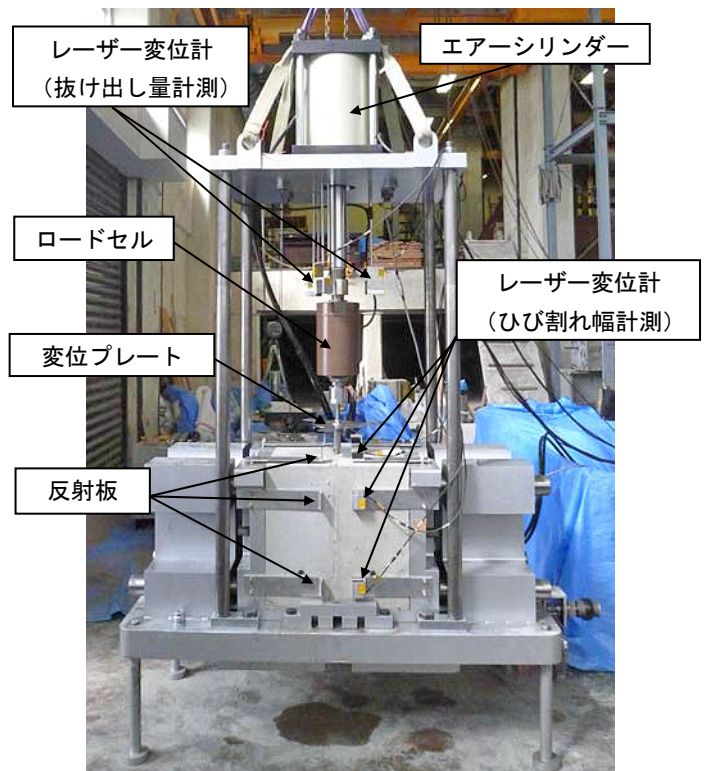


写真4 ひび割れ試験機の全景

3. ひび割れ試験機による载荷試験

3.1 試験体アンカーの概要

試験に用いたアンカーは、拡底式あと施工アンカーである。このアンカーはコーン、全ネジボルト、スリーブで構成されている。試験に用いたあと施工アンカーの仕様を表 1 に、全景を写真 5 に示す。

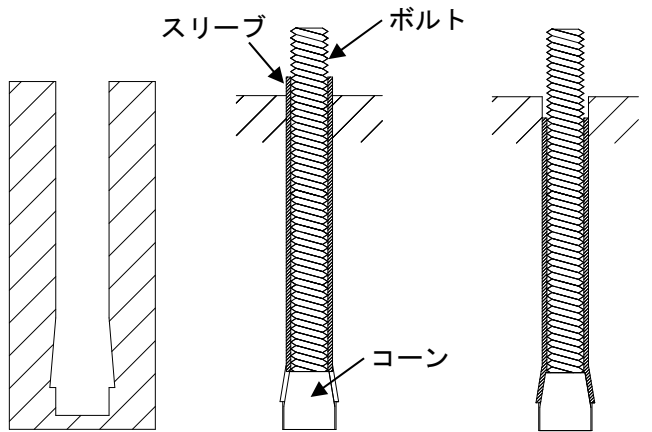
表 1 あと施工アンカーの仕様

仕様項目	拡底式
材質	SUS316
サイズ	M16
穿孔径 (mm)	23.0
拡底径 (mm)	28.0
穿孔長さ (mm)	144.0



写真 5 あと施工アンカーの全景

アンカーの施工についてはメーカーの仕様に従った。アンカーは専用の打込み棒とハンマーを用いてスリーブを打込むことによりアンカー先端部でスリーブが拡張し、供試体に固定する仕組みである。図 2 に試験で使用したアンカーの概要を示す。



(a)穿孔穴 (b)アンカーの挿入 (c)アンカーの固定

図 2 アンカーの概要

3.2 試験方法

試験機を用いたあと施工アンカーの引張载荷試験（以降、引張試験）を行った。実験に使用した供試体のコンクリートの圧縮強度は約 15N/mm² である。試験は、最大

容量が 50kN のエアシリンダーを用い、ボルトの長期許容荷重である 21kN の引張荷重を加えながら、供試体のひび割れを徐々に大きくする方法で行った。引張荷重はエアシリンダーに併設した最大容量 200kN のロードセルで、引き抜き量は試験機上部に固定した 3 台のレーザー変位計、ひび割れ幅については前章の写真 4 に示すようにガイドに取り付けた 6 台のレーザー変位計（両側面 4 箇所、上面 2 箇所）で計測している。

3.3 試験結果

写真 6 に試験中のひび割れが発生している様子を示す。



写真 6 ひび割れ発生状況

図 3 に供試体側面のひび割れ幅の時刻歴波形を示す。ひび割れ幅は供試体側面の上下で最大 0.3mm 程度の差が生じていることを確認した。また、他の面についても同等の差が見られた。

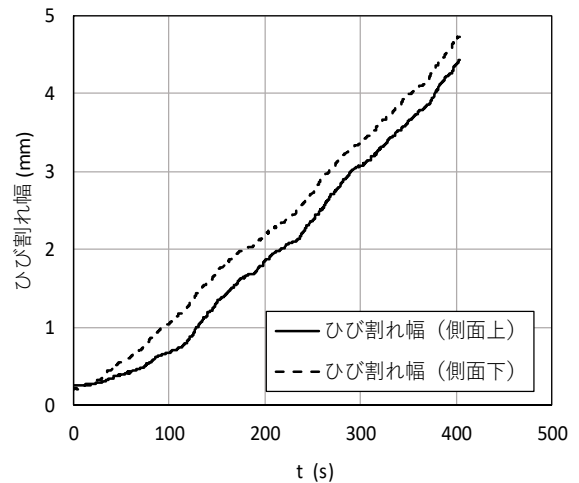


図 3 ひび割れ幅時刻歴波形

図 4 にアンカーの抜け出し量とひび割れ幅の関係について示す。図中には荷重がほぼ一定であることを確認するため、計測した引張荷重も併せ示している。ひび割れ幅が大きくなるに従って、抜け出し量も増加すること

が確認でき、ひび割れ幅が4.0mmを超えたときにアンカーが抜け出す結果となった。

一般的な金属系アンカーは、アンカーとコンクリート面との摩擦で引張荷重に抵抗する機構であるため、僅かなひび割れ幅でアンカー抜け出る。

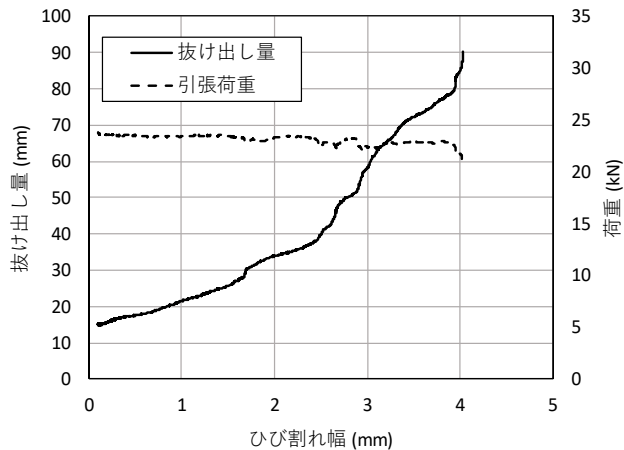


図4 抜け出し量とひび割れ幅

本アンカーは、アンカー先端部の拡底箇所引張荷重に抵抗する機構である。そのため、ひび割れが発生しても拡底部のアンカーとコンクリート面の支圧で抵抗するため、一般的なアンカーに比べ、大きなひび割れ幅にも抵抗できると考えられる。

写真7に試験後のアンカーと供試体の様子を示す。写真に示すようにアンカーが抜け出るときに、供試体の孔内を削っていることがわかる。



写真7 試験後の様子

本アンカーは穿孔径23.0mmに対し拡底径が28.0mmであり、ひび割れ幅に対して5.0mm分の余裕がある。本来であれば、5.0mm以内でアンカーが抜け出すことはないが、ひび割れ幅を大きくすることでアンカーとコンクリート拡底部の支圧面が小さくなるため、孔内を削られ、4.0mmで抜け出す結果となった。

4. まとめ

改良を加えた試験機を製作し、アンカーに加わる荷重を一定に保ちながら、ひび割れ幅を徐々に大きくする方法で引張試験を行った。

その結果、任意のひび割れ幅を設けながら、引張荷重、引き抜き量を計測でき、前方の試験機に比べ精度の高い試験を概ね行うことができた。

また、試験精度の検証のため、拡底式アンカーを用いて引張試験を行った。その結果、ひび割れ幅が約4.0mmでアンカーが抜け出すことを確認した。この結果は一般的な金属系アンカーに比べ、拡底式アンカーがひび割れに対して有効であること示している。

本報で報告した試験機は、供試体両側面の上下、上面の左右で、ひび割れ幅に最大0.3mm程度の差が生じた。今後の課題としては、より精度の高いひび割れ幅を設けることができるよう、試験機に改良を加えていく。

参考文献

- 1) 青木圭一, 西田宏司, 前田晴人, 石原力也: あと施工アンカーにおけるひび割れの影響試験について, コンクリート工学論文集, Vol.54, No.2, 2016.2
- 2) EOTA: ETAG 001 GUIDELINE FOR EUROPEAN TECHNICAL APPROVAL OF METAL ANCHORS FOR USE IN CONCRETE, Annex, 2013
- 3) 藤田正吾, 姜明煥, 久保達也, 澁谷陽, 船木尚己, 大沼正昭, 田中礼治: あと施工アンカーのひび割れ試験機の開発に関する研究 その1 ひび割れ試験機の機構, 日本建築学会大会学術梗概集(中国), pp.753-754, 2017.7
- 4) 澁谷陽, 藤田正吾, 姜明煥, 久保達也, 船木尚己, 大沼正昭, 田中礼治: あと施工アンカーのひび割れ試験機の開発に関する研究 その2 あと施工アンカーのひび割れ試験, 日本建築学会大会学術梗概集(中国), pp.755-756, 2017.7

*1 東北工業大学 客員研究員・博士(工学)
*2 FS テクニカル株式会社
*3 東北工業大学 大学院生
*4 東北工業大学 教授・博士(工学)
*5 東北工業大学 助教・博士(工学)
*6 東北工業大学 教授・学士(工学)
*7 東北工業大学 名誉教授・工博

Visiting Researcher, Tohoku Institute of Technology, Ph. D.
FSTechnical Co., Ltd.
Graduate Student, Tohoku Institute of Technology
Professor, Tohoku Institute of Technology, Ph. D.
Assistant Professor, Tohoku Institute of Technology, Ph. D.
Professor, Tohoku Institute of Technology, B.Eng.
Professor Emeritus, Tohoku Institute of Technology, D.Eng.