

あと施工アンカーの静的試験に関する一考察

東日本旅客鉄道(株)	東北工事事務所	正会員	○勝山なつ季
東日本旅客鉄道(株)	構造技術センター	正会員	井口 重信
東日本旅客鉄道(株)	東北工事事務所	正会員	門 真太郎
東日本旅客鉄道(株)	東北工事事務所	正会員	田附 伸一

1. 目的

接着系あと施工アンカーの使用に際しては、耐久性の照査が重要であるものの耐アルカリ性や疲労荷重に関する抵抗性の知見は少なく、現在わが国において、耐久性の評価に関する基準が存在していないのが現状である。欧米では、ETAG や ACI といった基準があり、その試験体形状に関する仕様はあるものの、試験方法や試験結果の詳細は公開されていない。そこで、接着系あと施工アンカーの耐久性を評価するため、耐アルカリ性試験、耐疲労性試験、長期持続荷重試験およびその基準となる静的引抜き試験を実施している。静的引抜き試験で得られた結果は、ETAG では押し抜き試験で行う耐アルカリ性試験結果との比較や、耐疲労性試験に用いる繰返し荷重の算定等に使用する重要な指標となる。本稿では、静的引抜き試験において使用する材料や試験方法が試験にどのような影響を与えるかについて検証したので、以下に述べる。また、接着系アンカーと金属系アンカーの特性の違いを検証し、以下に考察する。

2. 実験の概要

試験体の製作に当たっては、直径 300mm と 500mm の紙製ボイド管にコンクリートを打設し、あと施工アンカーを固着させる被着体として、試験体を作成した(図-1 (a), (b) (c))。コンクリート打設後にアンカー筋を設置するため、孔径 15 mm のハンマードリルで下向きに削孔した。アンカー筋の端部は 45 度の切断加工とし、設計定着長は 5ϕ (ϕ : アンカー筋径) とした。使用したアンカー筋は M12 の SD345 であり、降伏点強度は、 345N/mm^2 である。アンカー筋を固着させる材料として、一般的な 4 種類の有機系材料 (A: エポキシアクリレート, B: ビニルエステル, C: エポキシ, D: アクリル) と無機系材料 (E: セメント系)、また金属系あと施工アンカーを 1 種類 (F: 拡張) 使用した。試験当日のコンクリート圧縮強度は $23.7\sim 38.6\text{N/mm}^2$ 、割裂強度は $1.7\sim 6.0\text{N/mm}^2$ であった。

静的引抜き試験で使用した鋼材引張試験用万能試験機および支圧板を図-2 に示す。下荷重ばりは固定した状態で、上荷重ばりを引き上げることで試験を行った。試験体には、孔径が $1.5d$ (d =削孔径)、 $5d$, $10d$, $15d$ と異なる支圧板を載せ、アンカー周辺に作用する支圧の影響を検証した。ETAG では孔径 $1.5d$ の支圧板を採用しているが、今回はアンカーの使用条件をなるべく実際の環境に近づける目的で孔径をパラメータとし

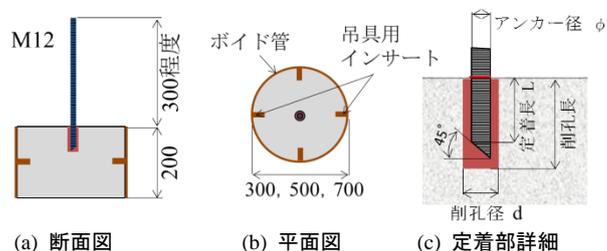


図-1 試験体形状

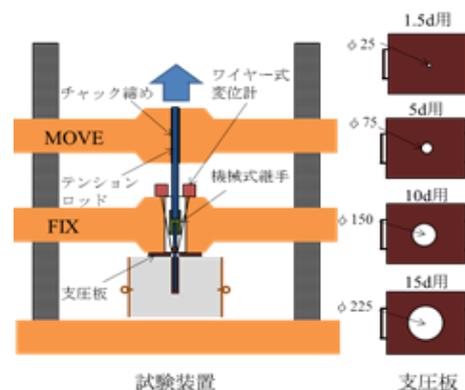


図-2 荷重方法

た。また、アンカー筋の根元に設置したワイヤ変位計 2 台の平均を取り、拔出し量を計測した。

3. 試験結果

(1) 破壊状況

荷重試験後の破壊状況の例を図-3 に示す。試験体上面の様子で(a)は付着破壊、(b)はコーン破壊、(c)は割裂破壊した場合を示す。今回、割裂破壊したものは最大耐力が小さくなるため、対象外とした。また、(a)を分類すると、接着剤層内で拔出す凝集破壊(a-1)、接着剤とコンクリート界面で拔出す接着破壊(a-2)に分けられるが、本稿ではどちらも付着破壊として分類する。

試験結果から、接着系・金属系アンカーともに、支圧板の径を大きくすると、破壊状況が付着破壊からコーン破壊、割裂破壊となることが分かった。

(2) 支圧板の孔径による影響

接着系と金属系アンカーの支圧板の孔径 $1.5d$, $15d$ の最大荷重を図-4 に示す。接着系アンカーについては、有機系、無機系ともに $1.5d$ の方が最大荷重は大きくなった。一方、金属系アンカーでは接着系アンカーほど最大荷重に大きな差は見られなかった。また、孔径を

変化させた時の最大荷重の比較を図-5に示す。接着系アンカーは孔径が大きいくほど最大荷重は小さくなる傾向にあり、接着系アンカーの最大耐力と支圧板の孔径には相関性があることを確認した。しかし、金属系アンカーは、孔径を大きくすると最大荷重に多少の減少は見られるものの、ほぼ横ばいとなることが分かった。

(4) 試験体径による影響

試験体径を φ300, φ500 と変化させた時の最大荷重の比較を図-6に示す。接着系アンカーおよび金属系アンカーともに、試験体径が大きくなると最大荷重が少々大きくなっている試験体があるものの、特に大きな影響を与えないということが分かった。

4. 考察

支圧板の孔径 1.5d の場合では、接着系アンカーの周囲にコンクリートの支圧力が作用するため、コーン破壊や割裂が生じにくくなったものと考えられる。一方、孔径 15d の場合では、コーン破壊や割裂が生じ、最大耐力も小さくなる結果となった。よって、接着系アンカーの最大耐力は支圧板から受ける支圧力に関係すると言える。一方、金属系アンカーの最大耐力には、接着系アンカーほど支圧板の孔径の影響は見られなかった。これは図-7に示すように金属系アンカーが、コンクリートとアンカー拡張部との支圧力および摩擦力によって固着しているものであり、接着系アンカーのようにアンカー周囲がコンクリートと付着していないため、支圧板による影響は小さくなったと考えられる。

5. まとめ

有機系、無機系の接着系アンカーと金属系アンカーを用いて、載荷方法および材料を変えて静的引抜き試験を行った。接着系アンカーでは支圧板の孔径の違いにより、最大耐力や破壊形状に差があった。よって、接着系あと施工アンカーの試験方法において、コンクリートにかかる支圧力が最大耐力や破壊形状に関係すると言える。一方、金属系アンカーにおいては、支圧板の孔径を変えても最大耐力に大きな差がないことから、接着系アンカーほど最大耐力に影響は与えないと考えられる。今後は、この静的引抜き試験結果をもとに、試験方法の確立や、接着系あと施工アンカーの耐久性の評価を行っていく。

参考文献

- 1) EOTA : ETAG001 Part five : BONDED ANCHORS, Apr.2013
- 2) EOTA : ETAG001 Annex A : DETAILS OF TESTS, Apr.2013
- 3) ACI : 355.2 Qualification of Post-Installed Mechanical Anchors in Concrete & Commentary, 2011
- 4) 土木学会(2014)『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)』p.18, 丸善出版株式会社

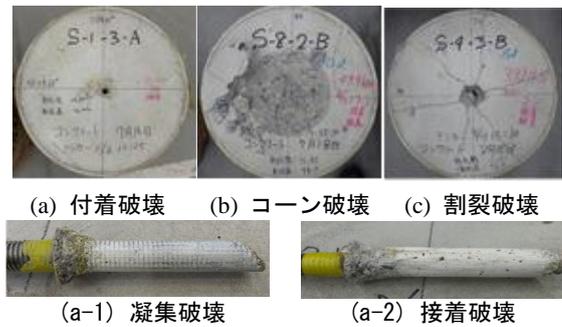


図-3 損傷の状況



図-4 支圧板の孔径 1.5d と 15d の最大荷重

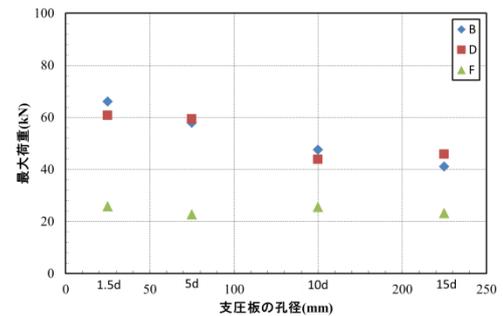


図-5 支圧板の孔径による最大荷重の影響

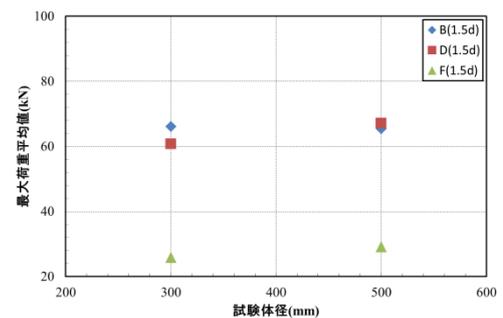
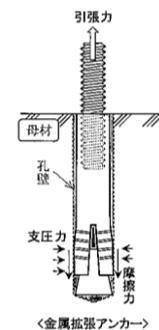


図-6 試験体径ごとの最大荷重



解説 図 3.2.3 金属系アンカーの固着原理

図-7 試験体径ごとの最大荷重⁴⁾