

金属拡張アンカーの疲労耐久性に関する基礎的研究

岐阜大学 学生会員 ○森島智貴
岐阜大学 正会員 国枝 稔
岐阜大学 正会員 木下幸治
NEXCO 中日本 正会員 牧田 通

1. はじめに

2012 年 12 月に発生した中央自動車道上り線笹子トンネルにおける天井板落下事故は記憶に新しい。事故後の緊急点検及び検証の結果、接着系あと施工アンカーの設計上、施工上、維持管理上において様々な問題があったと報告されている¹⁾。特に、設計に必要な経年劣化に関するデータも不十分だったことが挙げられる。同様に、耐久性に関していえば、金属系アンカーにおいても、繰返し荷重の作用下での耐久性の低下が懸念され、そのデータ収集が急務であるといえる。

本研究では、図-1 に示す、多くのトンネルにおいてジェットファンや可変式道路情報版の固定に使用される、拡張式の金属系アンカーを対象に、引張及びせん断力を作用させる疲労試験を行い、拡張式の金属系あと施工アンカーの疲労挙動の評価を行うことを目的とする。

2. 研究概要

コンクリート供試体の形状寸法を図-2 に示す。幅 600mm、長さ 1500mm、厚さ 300mm とし、M24 の金属系アンカー 3 本を 500mm の間隔をとり計 3 本施工した。母材コンクリートの強度は、低強度のコンクリートを模擬して 18MPa とした。アンカーボルトの静的引き抜き耐力(F_{tu})は、既往の実験から 100kN (コンクリートのコーン状破壊)と設定した²⁾。また、静的せん断耐力は既往の実験から強度 50kN (コンクリートの破壊)と設定した²⁾。

実験の条件を表-1 に示す。本実験では、2 つのケースに分けて疲労試験を行う。1 つはアンカーに軸引張力を作用させる引張疲労試験とし、もう 1 つはアンカー軸と直角に力を作用させるせん断疲労試験とした。繰返し数が 200 万回に達した時点で、これ以上繰返し応力を受けても疲労破壊に至らない疲労限界とみなし、

上限荷重レベルを高く設定して再度疲労試験を行った。上限荷重レベル (荷重比) は、静的引き抜き耐力の 90% 以下で適宜設定し、下限荷重は常に 2kN とした。

せん断疲労試験では、アンカーに軸引張り応力も作用させた。常時引張力を引抜き耐力(F_{tu})の 7%としたのは、ジェットファンの定着に使用されている金属拡張アンカーは、設計終局耐力に対して 15 倍の安全率を見込んで設計されており本実験では 7kN が作用していることを想定した。



図-1 本実験で用いた金属拡張アンカー (M24)

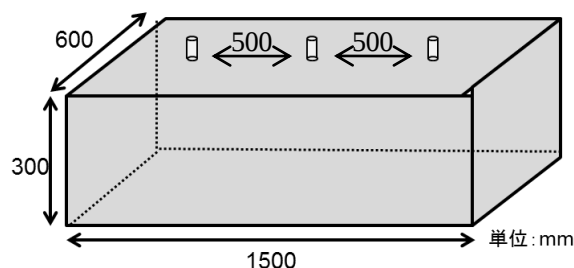


図-2 供試体概要

表-1 実験の条件

ケース	コンクリート強度 (MPa)	荷重種類	設計耐力 (計算値) kN	備考
1	18	引張	コーン状破壊 : 62.8 アンカーボルト降伏 : 114	
2		せん断	アンカーボルト降伏 : 76.8	7kN の軸力を作用

3. 実験結果

(1) 引張疲労試験

引張疲労試験の試験結果を図-3 に示す。横軸は引張り荷重の繰返し数を対数軸で表し、縦軸はアンカーの静的引抜き耐力に対する上限荷重の比を表している。また、四角の点でプロットしたものはボルト破断、三角の点はコンクリートのひび割れ、丸の点は、繰返し数が200 万回に達し試験を終了したものを表している。12本のアンカーに対する実験結果では、同じ上限荷重の値でも大きなばらつきが見られ、疲労限界を定められない結果となった。

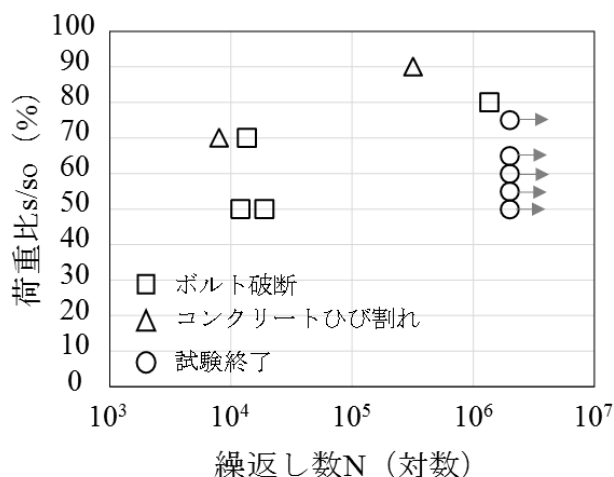


図-3 ケース 1 S-N 線図

(2) セン断疲労試験

せん断疲労試験結果を図-4 に示す。現段階で試験結果が得られているケース 2 の 5 本のアンカー結果によれば、ばらつきが小さく、上限荷重比が 60%近傍で疲労限度となる結果となった。破壊モードはすべてボルト破断となり、コンクリートがひび割れを起こし破壊することはなかった。

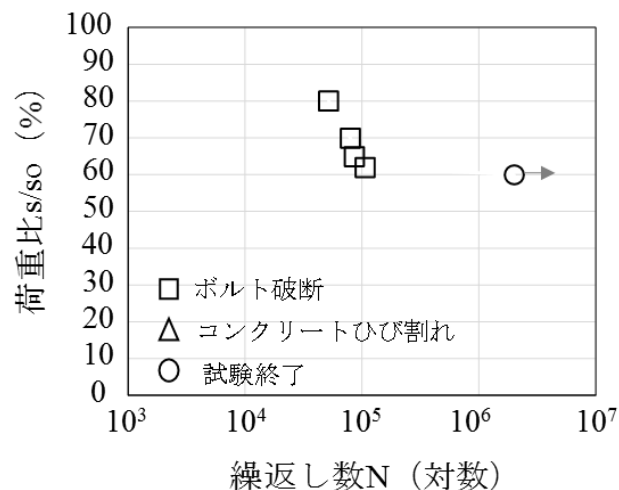


図-4 ケース 2 S-N 線図

4. まとめ

あと施工アンカーの疲労耐久性に関するデータの蓄積は重要であり、引き続きデータの充実を図る予定であるが、現段階で得られている傾向は以下のとおりである。

(1) 引張疲労試験では、コンクリートのひび割れ抜けとボルト破断のいずれかの破壊となった。また、上限荷重比が 50%であっても 1~2 万回程度の繰返し数でボルト破断する場合があった。少ない繰返し数でボルト破断しているものは、アンカーの埋込み角度の誤差や作用力の若干の偏心などの理由により、ボルトに曲げ応力が発生し、結果として大きな引張応力が発生したためと考えられる。

(2) セン断疲労試験では、S-N 線図に結果をプロットしたところ、約 60%に疲労限があることが推測できた。なお、すべてボルト破断の結果となった。

参考文献

- 1) 国土交通省：トンネル天井板の落下事故に関する調査・検討委員会報告書，2013 年。
- 2) 川口潤：コンクリートのひび割れがあと施工アンカーの耐荷力に与える影響，岐阜大学修士論文，2014 年
- 3) 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 年。