

あと施工アンカーの耐疲労性に与えるコンクリートの乾湿状態の影響（接着系アンカー）

JR東日本 正会員 ○菅原 寛文, 井口 重信, 廣田 元嗣
JR東日本 フェロー 松田 芳範

1. はじめに

接着系あと施工アンカーを耐疲労性については、これまで ETAG¹⁾による試験方法を参考に乾燥状態の試験体を用いて実験的検討²⁾を行ってきた。今回、雨水の影響を受けるような環境下を想定し、コンクリートの湿潤状態に着目して疲労載荷試験を行ったので、その概要を以下に記す。

2. 試験の概要

(1) 試験体 試験体形状を図－1に示す。試験体の諸元・載荷諸元・試験結果については表－1に示す。

試験体は、紙製の円形ボイド管に設計基準強度 24N/mm²、W/C=58.5%コンクリートを打込み、中央部にあと施工アンカーを打設して製作した。アンカー筋の仕様は、PC 鋼棒 SBPD930/1080 (JIS G3137) の M20 とした。アンカー筋は、ハンマードリルで削孔径約 25mm となるように下向きに穿孔し、アンカー筋の設置及び接着剤の注入についても下向きで行った。接着剤は有機系材料であるビニルエステルを選定し、充填方法はカプセル方式を選定した。試験のパラメーターは、拘束条件および乾燥・湿潤状態とし、表-1 のように定めた。

(2) 試験方法 図－2に試験方法の概略を示す。疲労載荷試験を行うにあたっては、初めに乾燥状態の試験体を用いて静的引抜試験（以下、基準試験という）を行い、その最大荷重の平均値を基準荷重 P_{rk} とした。載荷は、試験体と載荷フレームの間に支圧板を配置して行い、支圧板は載荷方法の違いによる変化を確認するために、孔径40mm（拘束条件）、孔径375mm（非拘束条件）の2種類を使用した。次に基準荷重 P_{rk} の0.20～0.60倍の疲労引抜荷重を5Hzの振幅で繰返し載荷し、載荷中の機械変位と荷重を記録した。

乾燥試験体は、アンカー筋打設後 1 年以上屋内で気中養生したものを使用した。湿潤試験体は、乾燥試験体と同様に屋内で気中養生した試験体を最後の 1 週間、円形ボイド管を取り外してから図－3 のように試験開始前の水槽に浸漬し、取り出し直後にラップで被覆し、水分蒸発を極力防いだ状況で疲労載荷試験を実施した。

載荷試験前の計測で、表面含水率が 2.0～5.6%で浸漬前重量からの増加含水率が 3.0、4.6%であった。コンクリート強度については、試験体と同じコンクリートで製作したφ100×200 のテストピースで試験体と同様の養生及び水への浸漬を施して実施したものである。

疲労載荷試験においても、試験体と載荷フレームの間には基準試験と同様の支圧板を挟んで載荷を行った。載荷回数は 2.0×10^6 回とし、載荷後にアンカー筋が抜け出さずに残ったものについては、基準試験と同様な方法で

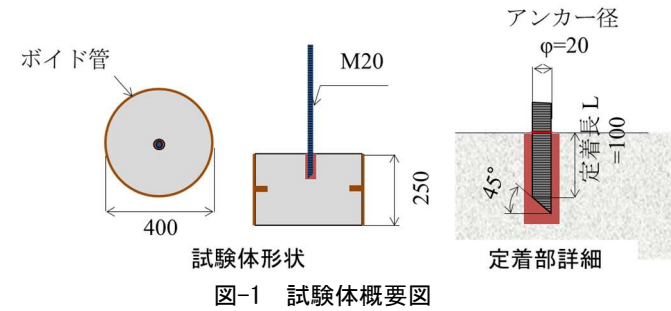


表-1 試験体諸元・載荷諸元・試験結果

名称	R-2-2	R-1-3	R-3-2	R-3-3
載荷条件	拘束		非拘束	
乾湿	乾燥	湿潤	乾燥	湿潤
圧縮強度 (N/mm ²)	25.7	22.7	25.7	22.7
表面含水率 (%)	3.0	5.1	2.0	5.6
増加含水率 (%)	-	3.0	-	4.6
基準荷重 P_{rk} (kN)	156.0		93.8	
最大荷重 P_{max} (kN)	189.5	61,828回でアンカー抜出し	108.8	15,389回でアンカー抜出し
残存強度比 P_{max}/P_{rk}	1.21		1.16	
載荷回数 (回)	2,000,000		2,000,000	
破壊形態	接着・凝集	接着	割裂	割裂

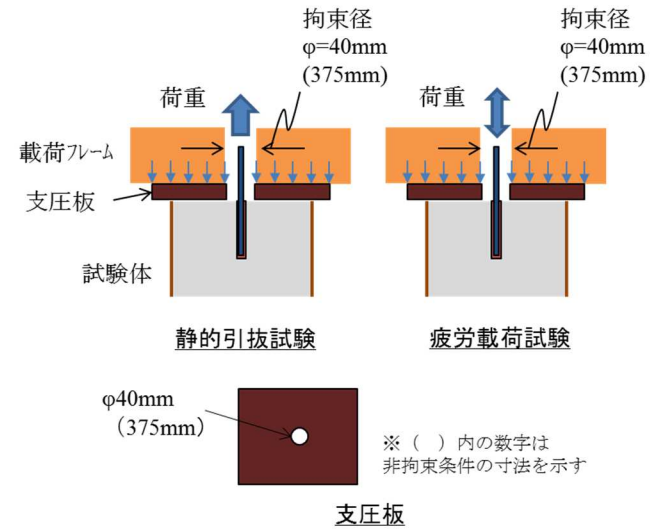


図-2 試験方法概要図

キーワード あと施工アンカー、有機系アンカー、疲労、繰返し載荷、湿潤

連絡先 〒151-8512 東京都渋谷区代々木 2-2-6 東日本旅客鉄道(株)構造技術センター 03-6276-1251

静的引抜試験を行い、最大荷重 P_{max} 、破壊形態を記録した。

3. 試験結果

(1) 疲労载荷試験後の損傷状況 拘束条件の乾燥状態 R-2-2では、図-4(右)のように接着・凝集破壊であったが、湿潤状態 R-1-3では図-4(左)のように、基準試験体と同様の接着破壊であった。

R-1-3 の定着部を詳細目視すると図-5(左)のようにコンクリートと接着剤の界面に茶色に変色しており、図-5(右)のように微細片が確認された。

(2) 疲労载荷中の機械変位 疲労载荷試験中の鉛直ジャッキにおける機械変位の推移を図-6に示す。乾燥状態の試験体については、拘束・非拘束ともに所定の 2.0×10^6 回を载荷できたが、拘束条件の湿潤状態 R-1-3 については 61,828 回で急激にアンカー筋の拔出し量が増加し、载荷が継続できなくなった。また、非拘束条件の湿潤状態 R-3-3 についても 15,389 回でアンカー筋の拔出しがみられた。

4. 考察

湿潤試験体でアンカー筋が抜け出した原因については、①コンクリート強度の乾湿による差異、②樹脂の強度の乾湿による差異、③コンクリート中の微小空隙に存在する液状水から発生するくさび効果による微細ひび割れによる影響(図-7)等が考えられる。

①については、テストピースの圧縮強度が異なるのに対して、基準荷重を乾燥試験体の試験結果から求めたため、湿潤試験体には不利な条件となったことが起因している。しかし、圧縮強度の低下分を考慮しても、载荷振幅の上限は基準荷重の 0.64 倍となるため、拔出し量が増大する荷重ではないと考えられる。②については、内藤らの実験的検討³⁾により、乾湿の影響は少ないことが確認されている。

以上のことより、③の要因が影響しているものと考えられる。

5. まとめ

有機系材料を用いた接着系あと施工アンカーに対して、乾燥・湿潤状態をパラメーターとして疲労载荷試験を実施したところ、湿潤状態の試験体において早期に拔出す現象がみられ、注意を要することが分かった。

参考文献

1)EOTA : ETAG001 Part five : BONDED ANCHORS, および Annex A: DETAILS OF TESTS, Apr.2013

2)菅原ら：接着系あと施工アンカーの耐久性に関する実験的検証（疲労载荷試験），コンクリート工学年次論文集，vol.37，No.2，2015

3)内藤ら：接着系あと施工アンカーの耐久性に関する実験的検証（耐アルカリ性試験），コンクリート工学年次論文集，vol.37，No.2，2015

4)液状水に起因した風車基礎アンカーリング周りのコンクリート損傷進展機構の解明，コンクリート工学年次論文集，vol.37，No.2，2015



図-3 湿潤試験体状況写真

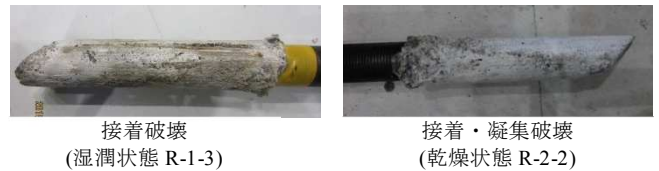


図-4 破壊形態の例

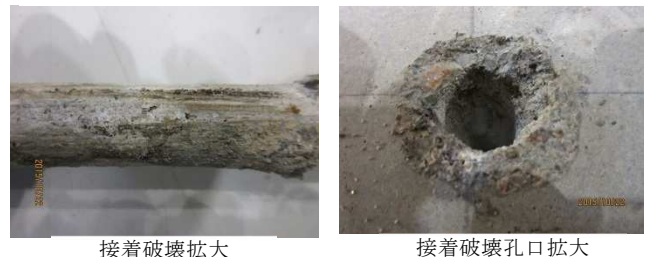


図-5 湿潤状態 R-1-3 の破壊形態の拡大写真

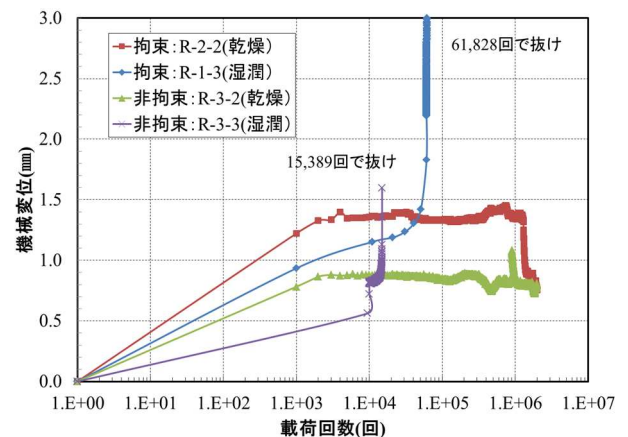


図-6 疲労载荷中の機械変位

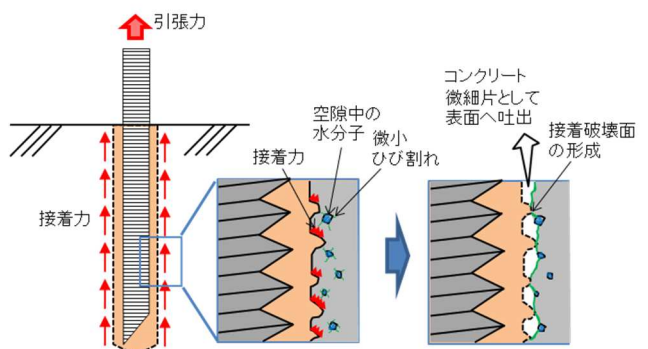


図-7 くさび効果による破壊メカニズムの推定