

寒冷条件に置かれる接着系あと施工アンカーの引張耐力の評価

北海道大学大学院

学生会員

○佐原

愛士

北海道大学大学院

正会員

佐藤

靖彦

日本ヒルティ(株)

正会員

高橋

宗臣

日本ヒルティ(株)

正会員

櫻井

和人

1. はじめに

接着系あと施工アンカー工法は、施工が容易で、かつアンカーボルトの取付け位置の確保が比較的確実にできるといった利点から、現在までに幅広く使われてきている。あと施工アンカー工法の設計施工指針¹⁾では、母材は健康な普通コンクリートで、一般的な環境で使用されることを標準としている。そのため、実環境で起こり得る構造物の疲労、高温や低温による影響、また腐食などの化学的作用といった要因を設計にて考慮できていない。本研究では、これらの設計で考慮できていない要因の1つである、寒冷条件が、接着系あと施工アンカーの引張耐力に与える影響を実験的に評価する。

2. 実験概要

外径 190mm(肉厚 5.5mm)、高さ 100mm の鋼管にコンクリート供試体の中央に、呼び径 12mm の全ネジボルトを有効埋め込み深さが 60mm となるように施工した。使用した樹脂は 4 種類で、注入式ウレタン樹脂(樹脂 A)、注入式エポキシ樹脂(樹脂 B)、ガラス管カプセルタイプのエポキシ樹脂(樹脂 C)と 2 液調合式のエポキシ樹脂(樹脂 D)である。樹脂の硬化養生期間は 7 日間とした。設定した条件は表-1 に示す通りで、常温での施工および試験条件(条件 N-N)、施工時は常温で試験が低温条件(条件 N-L)、低温での施工および試験条件(条件 L-L)である。各条件に対する樹脂ごとの供試体数は 3 体とした。本試験では図-1 に示す引張試験装置を使用した。油圧ジャッキにて約 1kN/秒の载荷速度で荷重を増加させ、供試体を破壊に至らしめた。荷重とそれに対応するアンカーボルトの変位を測定した。また本研究では、コンクリートと樹脂の付着部分に着目しているため、試験機と供試体表面の間に鋼製支圧板を設置することで、コンクリートコーン破壊を抑制している。

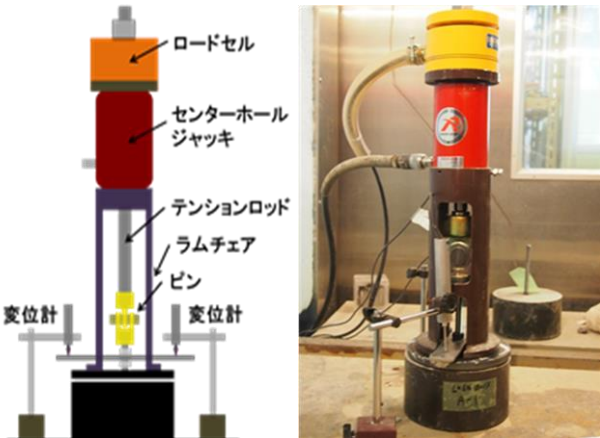


図 1 使用した試験装置と試験の様子

表-1 実験での設定条件

番号	養生時	樹脂注入時	引張試験時
N-N	20℃	20℃	20℃
N-L	20℃	20℃	-20℃
L-L	20℃	-20℃	-20℃

3. 実験結果

3. 1 温度条件による影響

破壊形式は、全てにおいて付着破壊がおこった。破壊性状は、図-2(a)のように、ボルト端部からコンクリート表面に向かって、ボルト樹脂界面からコンクリート樹脂界面へと破壊面が移行していくものと、図-2(b)のように一貫してコンクリート樹脂界面で破壊が発生しているものに大別できた。破壊性状の異なりによる最大耐力の差異は確認できなかった。また、測定した変位量からも引張耐力に対する傾向は確認できなかった。条件 L-L の樹脂 B では、樹脂が完全に硬化していなかったため、樹脂層内部において破壊が発生していた(図-2(c))。また、条件 L-L の樹脂 D では、樹脂が硬化しておらず、荷重も全く増加しなかった(図-2(d))。

キーワード

接着系あと施工アンカー、付着、強度、圧縮強度、低温

連絡先

〒060-8628 北海道札幌市北区北 13 条西 8 丁目 北海道大学工学院 TEL011-706-6220

図-3 は、樹脂ごとにパラメータ間での最大耐力を比較したものを表している。全ての樹脂で、条件 N-L、条件 N-N、条件 L-L の順に付着耐力が小さくなっている。これらより施工時の低温条件は樹脂の付着力を低減させ、試験時の低温条件は樹脂の付着力を向上させることが読み取れる。また設定条件による付着強度の増減率は樹脂によって異なる。施工時低温によって引張耐力が減少した理由として、低温における樹脂の硬化反応が常温に比べて進行しなかったことにより耐力が低下したと考えられる。試験時低温条件によって引張耐力が増加した理由として、後述するように付着強度が圧縮強度に影響されないことを加味すると、低温条件による供試体の弾性率の変化といった要因も考えられ得るが、現段階では原因を突き止めることは出来ない。今後とも考察を深めていく必要がある。

3. 2 圧縮強度の影響

既往の接着系あと施工アンカーの設計式では、引張耐力をアンカーボルトの側面積と、圧縮強度の関数で表される付着強度の積で引張耐力が求まるとしている。また、有効水平投影面積に影響を与えない実験結果を基に設計している。そこで支圧板を使用している本実験においても、圧縮強度が引張耐力に影響を与えるかを確認するため、水セメント比を変えることで圧縮強度の異なる供試体を用意し、前述の試験法で樹脂 A に対して試験を行った。図-4 は供試体の圧縮強度と付着強度の関係を表したものである。付着強度は、ばらつきが見られるが圧縮強度に関わらない値を示している。本試験方法によって得られる付着強度は、圧縮強度の影響をほとんど受けないようである。

4. 結論

本研究により得られた知見を以下に示す。

- ・施工時および試験時低温条件において引張力に対する樹脂の付着耐力は増減し、その増加割合は樹脂によって異なる。
- ・施工時低温下の注入式エポキシ樹脂 B では、引張耐力は発生するが樹脂は完全に硬化せず、2 液調合式のエポキシ系樹脂 D では、耐力を示さない。
- ・付着強度は圧縮強度の影響を受けない傾向にある



(a)破壊面移行の例



(b)一貫した破壊面の例



(c)条件 L-L 樹脂 B



(d)条件 L-L 樹脂 D

図-2 供試体の破壊面

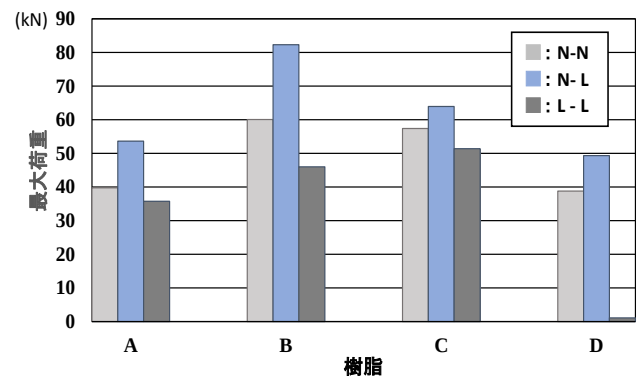


図-3 各設定条件での最大耐力の比較

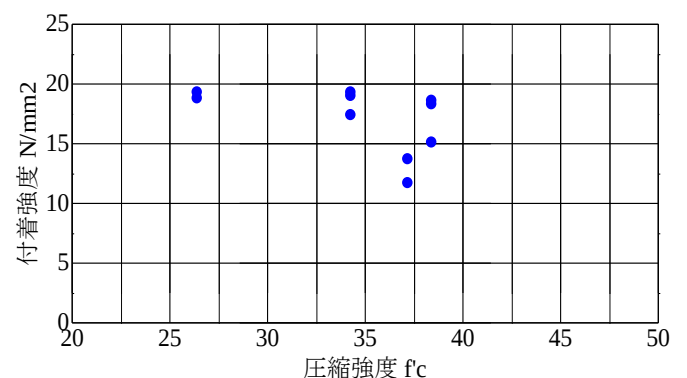


図-4 圧縮強度に対する最大引張耐力

参考文献

- 1) 土木学会コンクリート委員会あと施工アンカー委員会：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 3 月