

寒冷地施工を想定した接着系あと施工アンカーの性能確認試験

株式会社駒井ハルテック 正会員 ○平野 穂菜美

株式会社駒井ハルテック 正会員 三輪 浩二

株式会社駒井ハルテック 正会員 橋 肇

デンカ株式会社 正会員 藤間 誠司

1. はじめに

既往の研究により、アクリル樹脂系接着剤（以下、アクリル樹脂）は-10℃の低温下でも硬化することや、湿潤面での接着が可能であること等が報告¹⁾されている。しかしあと施工アンカーの接着剤として、低温下における性能が十分であるか、検証した例は少ない。そこで本稿では、寒冷地における施工を想定した性能確認試験を実施したので、その結果について報告する。

2. 試験概要

温度をパラメータとし、-10℃～5℃に設定した恒温室内でアンカーボルトの引抜き試験を実施した。本試験では接着剤の性能を確認するため、付着切れによる破壊を想定し、アンカーボルトの降伏やコンクリートのコーン破壊が先行しないよう、試験条件を設定した。

試験体の概要を図-1に示す²⁾。コンクリートの圧縮強度は、材齢28日強度で34.1N/mm²であった。アンカーを固定する接着剤は、アクリル樹脂以外に比較用としてエポキシ樹脂系接着剤(以下、エポキシ樹脂)を使用した。接着剤の物性値を表-1に示す。

本試験ではアクリル樹脂が低温下でも硬化し、あと施工アンカーとしての強度を発現することを確認するため、材齢24時間程度で引抜き試験を行なった。接着剤の温度別硬化時間を表-2に示す。引抜き試験には図-2に示す試験装置を用い、センターホールジャッキに接続した手動ポンプにて、鉛直上向きに単調载荷した。载荷速度は試験精度確保のため0.1kN/s程度とし、アンカーボルトが抜き取れるまで载荷した。変位はアンカーボルト部で2点、PC鋼棒上部で1点計測した。試験ケースを表-3に示す。

3. 試験結果

0℃、-10℃ケースの荷重-変位関係を図-3に示す。変位はアンカーボルト部で計測した2点の平均値を用い

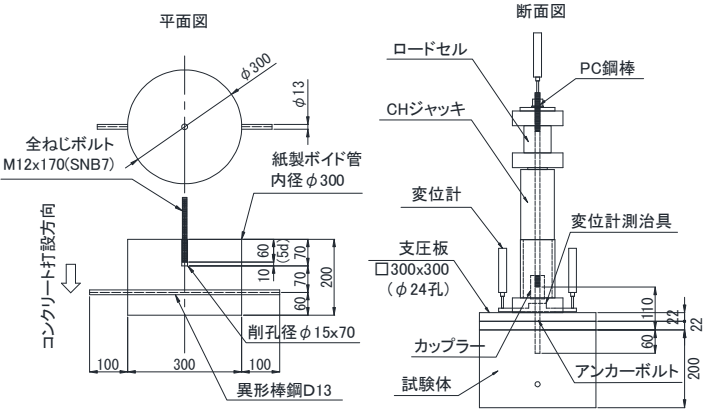


図-1 試験体概要図 図-2 引抜き試験装置

表-1 接着剤の物性値（硬化物）

	圧縮強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	曲げ強度 (N/mm ²)	衝撃強度 (kJ/m ²)
アクリル樹脂	126	35	70	2.3
エポキシ樹脂	109	76	118	9.4

表-2 接着剤の温度別硬化時間

硬化時間 (時間)	温度(℃)			
	5	0	-5	-10
アクリル樹脂	1.9	3.1	8.4	13.3
エポキシ樹脂	5.6	5.9	-	-

表-3 試験ケース

温度(℃)	-10	-5	0	5	-10	-5	0	5
接着剤	アクリル樹脂				エポキシ樹脂			

ている。
0℃ケースにおいて、アクリル樹脂、エポキシ樹脂ともに設計付着耐力である26kNを大きく上回る耐力を有していた。設計付着耐力は、コンクリートの平均付着強度と接着面積を乗じた値を用いている³⁾。アクリル樹脂は、設計付着耐力付近までアンカーボルトの剛性とほぼ一致し、その後徐々に傾きが大きくなり、58.5kNで最大荷重を迎えた。エポキシ樹脂は初期勾配からアンカーボルトの剛性より傾きが大きく、最大荷重は47.4kNであった。

-10℃ケースでは、アクリル樹脂の剛性が10kN程度から変化し、49.6kNで最大荷重を迎えたのに対し、エポキシ樹脂は硬化せず、荷重が増加しないままアンカ

一ボルトが抜き取れた。アクリル樹脂は 0℃と比較すると剛性の変化が早く、最大荷重も小さくなったが、材齢が 24 時間程度であっても設計付着耐力以上の耐力を有していることを確認できた。

全試験体の荷重-温度関係を図-4 に示す。アクリル樹脂、エポキシ樹脂ともに最大荷重のばらつきが大きい結果となった。本試験では、付着切れによる破壊を想定していたが、引抜き後の試験体を切断し、断面を確認すると、多くの試験体でコンクリートの内部にひび割れが生じていることがわかった。図-4 に内部ひび割れが見られた試験体を示す。内部ひび割れがあった試験体は、同条件の試験体の中で最大荷重が小さい傾向であった。これはコンクリート仕上げ面を支圧板側としたことで、コンクリート表面に不陸が生じ、支圧板全面が均一に密着せず、付着破壊よりもコンクリート内部の破壊が先行したためと考えられる。

本試験における破壊形態を図-5 に示す。破壊形態はコンクリートと接着剤の界面で付着切れが生じている「界面破壊」、接着剤とアンカーボルトの界面で付着切れが生じている「凝集破壊」、界面破壊と凝集破壊が混合している「混合型破壊」、「樹脂の未硬化」の 4 つに区分した。図-4 に示すとおり、アクリル樹脂試験体は 5℃の場合全て界面破壊となっており、温度が下がるにつれて混合型破壊、凝集破壊へと変化した。エポキシ樹脂は、5℃、0℃で凝集破壊が見られ、-5℃以下では樹脂が硬化しなかった。

4. まとめ

寒冷地での施工を想定し、低温に保たれた恒温室内で、あと施工アンカーの施工、養生および引抜き試験を実施した。本試験で得られた結果を下記に示す。

- ・アクリル樹脂は全試験体で設計付着耐力 (26kN) 以上の耐力を有していた。
- ・エポキシ樹脂は-5℃以下では硬化せず、強度を発現しなかった。
- ・引抜き試験の最大荷重は、コンクリートが先行破壊したためばらつきが大きくなったと考えられる。
- ・アクリル樹脂を用いたあと施工アンカーは、-10℃下においても材齢 24 時間で樹脂が硬化し、設計値以上の耐力を有しており、寒冷地での適用が可能であることが確認できた。

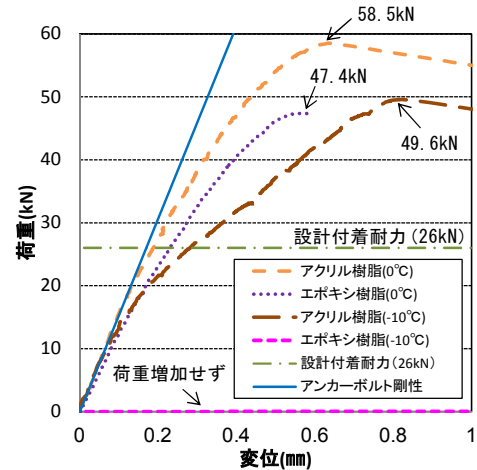


図-3 荷重-変位関係 (0℃, -10℃)

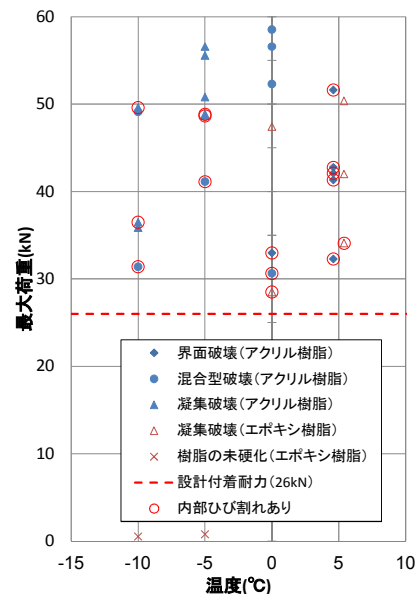


図-4 荷重-温度関係および破壊状況

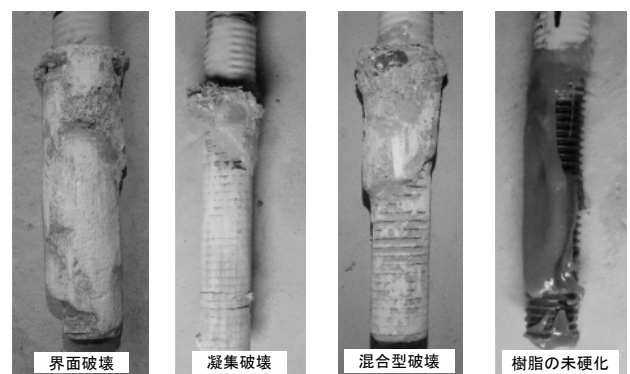


図-5 破壊形態分類

参考文献

- 1) 岑山友紀, 三輪浩二, 橘肇, 中本啓介, 藤間誠司: アクリル樹脂系接着剤を用いたあと施工アンカーについて, 第 28 回信頼性シンポジウム講演論文集, pp59-62, 平成 26 年 12 月
- 2) 井口重信, 水野光一郎, 門真太郎: 接着系あと施工アンカーの静的引抜き試験, 土木学会第 69 回年次学術講演会, V-180, pp359-360, 平成 26 年 9 月
- 3) 広沢雅也, 松崎育弘: あと施工アンカー設計・施工読本—初歩から応用まで—, 建築技術, pp76-79, 平成 3 年 12 月