

アクリル樹脂を用いた接着系あと施工アンカーボルトの性能確認試験

株式会社駒井ハルテック 正会員 ○吉岡 夏樹 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 中本 啓介 電気化学工業株式会社 正会員 藤間 誠司

1. 研究目的

RC 構造物に落橋防止装置等のブラケットを設置する際、多くはエポキシ樹脂を使用した接着系あと施工アンカーボルトが用いられている。エポキシ樹脂は金属やコンクリートなど多種の材料に強力な接着力を発揮すること、硬化収縮率が小さいことなどの長所を有している。その反面、硬化時間が長いこと、低温時の硬化不良や湿潤面での接着不良などの問題点が指摘されている。本論文では、これら短所を克服する新材料として硬化が早く、湿潤面に対して接着可能なアクリル樹脂の開発を行い、性能確認試験を行った。試験は施工条件をパラメータとした引張試験を実施し、各種施工条件と強度、破壊モードの関係について調べた。

2. 試験方法

2.1 供試体諸元

コンクリート供試体の寸法および配筋を図-1 に示す。アンカーボルトの定着長をアンカー径の 15 倍(以下, 15D)とした供試体 α と短定着長用の供試体 β の2種類を製作した。供試体 α は実構造物の鉄筋比(約 1.0%)を再現し、コーン破壊面を考慮しない鉄筋配置とした。供試体 β は穿孔先端から 45 度のコーン破壊面を考慮した鉄筋配置とした。アンカーボルトは D25(SD345)、コンクリート強度は 28 日圧縮強度(標準養生)が 28.2N/mm^2 であった。アクリル樹脂および比較ケースであるエポキシ樹脂の物性値を表-1 に示す。施工はアクリル樹脂(2液混合型)を専用ガンで、攪拌しながら穿孔内に注入後、アンカーボルトを挿入した。樹脂の試験材齢は、アクリル樹脂で1日、エポキシ樹脂で7日とした。

2.2 荷重方法

荷重方法を図-2 に示す。荷重は供試体に直接設置した油圧ジャッキにより、アンカー端部に引張力を与えた。計測項目は荷重荷重および変位である。

2.3 実験ケース

試験パラメータは a)穿孔内の清掃状況, b)樹脂注入時において穿孔内の乾燥もしくは湿潤状態, c)定着長とした。穿孔内の清掃状況をパラメータとしたケースでは、ハンマードリルによる穿孔後、未清掃、エア(ブロー)のみによる清掃、ブラシのみによる清掃の 3 ケースとした。孔内を湿潤としたケースでは、24 時間以上穿孔内に水を満たし、水を

除去後直ちにアクリル樹脂を注入した。また比較ケースとして、エポキシ樹脂を同様の施工条件で実施した。定着長をパラメータとしたケースでは、 $5d \cdot 10d \cdot 15d$ の3ケースとした。試験ケースおよび施工方向を表-2 に示す。

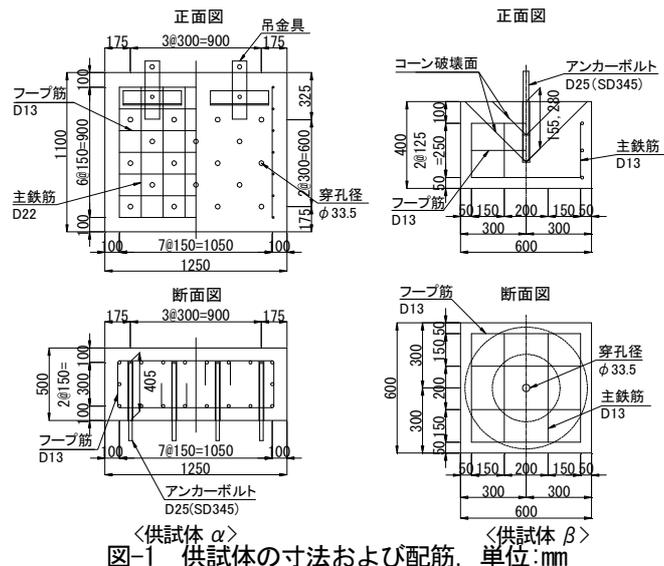


図-1 供試体の寸法および配筋, 単位:mm

(左: case1~7, 右: case8~9)

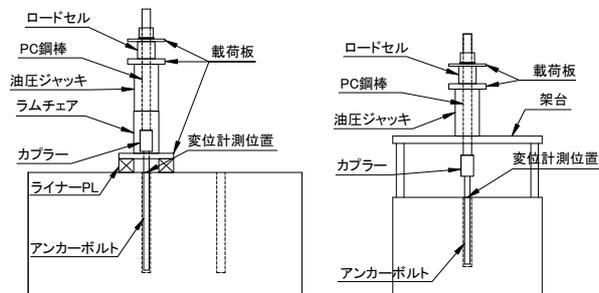


図-2 荷重方法 (左: case1~7, 右: case8~9)

表-1 樹脂の物性値(硬化物)

硬化物特性	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	124	25	49	2.3
エポキシ樹脂	98	67	91	3.6

表-2 試験ケース

case	試験条件			施工方向
	a)清掃状況	b)樹脂と穿孔の状態	c)定着長	
1	通常清掃	アクリル/乾燥	15d	水平
2	未清掃			
3	エアのみ			
4	ブラシのみ			
5	通常清掃	アクリル/湿潤	15d	鉛直
6		エポキシ/乾燥		
7		エポキシ/湿潤		
8	通常清掃	アクリル/乾燥	10d	鉛直
9			5d	

キーワード アクリル樹脂, 引抜き試験, 破壊モード, 湿潤, 清掃, 定着長

連絡先 〒293-0011 千葉県富津市新富 33-10 株式会社駒井ハルテック 技術研究室 TEL0439-87-7470

3. 試験結果

試験結果および破壊状況を図-3 に示す。図内の降伏，許容荷重はねじ部断面(M22)における公称値(SD345)より，コーン破壊荷重(5d)はアンカーボルト先端から 45 度の破壊面を想定し，28 日圧縮強度(標準養生)よりそれぞれ算出した。

a) 清掃状況による比較 (case1~4)

清掃状況による比較では，未清掃(図-4 左)の case2 でねじ部降伏荷重時の変位が通常清掃の case1 と比べ，約 8 倍と大きくなった。これは孔内に残った粉塵が樹脂の接着強度に影響を与えたと考える。その他 2 ケースにおいても，約 2 倍となった。

b) 孔内の乾燥もしくは湿潤状態による比較 (case1, 5~7)

孔内の乾燥もしくは湿潤状態による比較では，アクリル樹脂注入時に孔内を湿潤状態(図-4 右)とした case5 は，乾燥状態と同等の挙動を示した。エポキシ樹脂注入時に湿潤状態とした case7 では，ボルトの抜けが増大し，乾燥状態に比べ，最大強度が約 1/2 となった。これは孔内表面に付着した水分がエポキシ樹脂の接着強度に影響を与えたと考える。

c) 定着長による比較 (case1, 8~9)

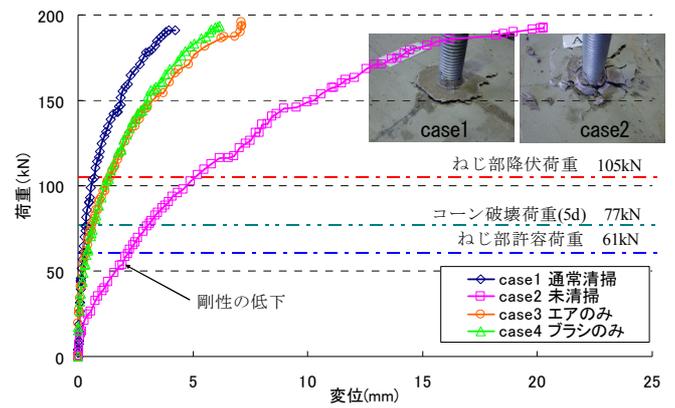
定着長による比較では，定着長 10d の case8 は定着長 15d の case1 とほぼ同等の挙動を示したが，破壊モードがボルト降伏ではなく，接着面の剥離とコーン破壊の複合破壊となった。定着長 5d の case9 は case1 と比べ，ねじ部許容荷重時の変位が約 12 倍となり，最大強度も降伏荷重に満たなかった。定着長が短いため，樹脂の接着耐力が十分に得られず，アンカーボルト全体が抜けたためと考える。その後，接着面の剥離とコーン破壊の複合破壊を示した。

4. まとめ

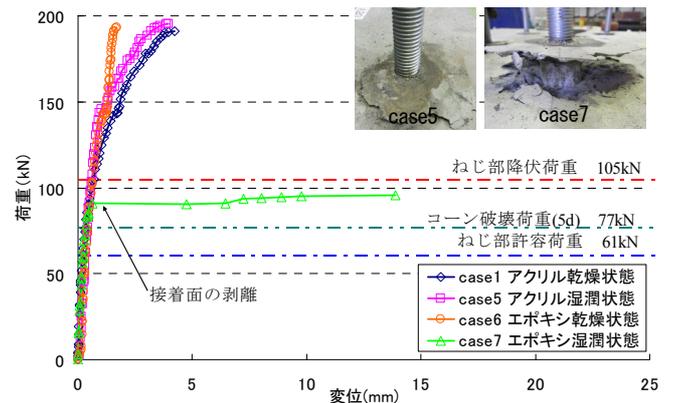
アクリル樹脂を用いたアンカーボルトの性能確認試験を行った。本試験で得られた知見を下記に示す。

- ・アクリル樹脂において，孔内の清掃状態が樹脂の接着強度に影響を及ぼすことを確認した。
- ・アクリル樹脂は孔内表面に水分が付着した湿潤状態であっても，乾燥状態と同等の挙動を示すことを確認した。一方，エポキシ樹脂を同条件で実施したケースでは，乾燥状態のケースに比べ，最大強度が約 1/2 となった。
- ・アクリル樹脂を用いたアンカーにおいて，定着長による破壊モードの違いを確認した。本試験では，定着長が 15d では，アンカーボルトの降伏が破壊モードとなり，10d および 5d では，接着面の剥離とコーン破壊の複合型となった。ただし，10d では最大荷重がアンカーボルトの降伏耐力を上回った。

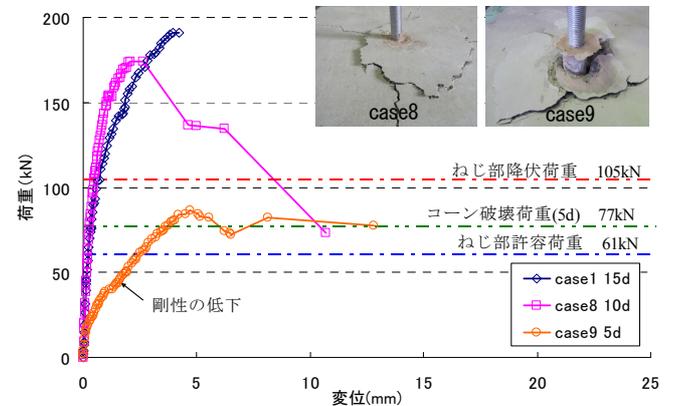
今後は，アクリル樹脂の長期耐久性やクリープ特性に着目した試験を実施していく予定である。



a) 清掃状況による比較



b) 孔内の乾燥もしくは湿潤状態による比較



c) 定着長による比較

図-3 試験結果

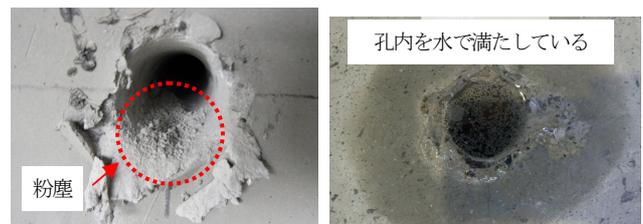


図-4 各試験条件 (左: 未清掃, 右: 湿潤状態)

参考文献

- 1) 社団法人日本建築あと施工アンカー協会技術部会：あと施工アンカー試験方法，平成 19 年 8 月。
- 2) 社団法人日本橋梁建設協会：既設落橋防止システム 設計の手引き(改訂版)，平成 22 年 8 月。