

抜取り可能なあと施工アンカーの性能確認試験 PERFORMANCE TEST OF BONDED ANCHOR REMOVABLE AFTER USE

平野 穂菜美* 橋 肇* 中本 啓介* 三輪 浩二**
Honami Hirano Hajime Tachibana Keisuke Nakamoto Kouji Miwa

コンクリート構造物に仮設材を設置する際、接着系あと施工アンカーが広く用いられている。しかし、仮設材の使用後、不要となったアンカーボルトを撤去するには、コンクリートをはつる等の労力と時間がかかっていた。そこで、今まで開発に取り組んできた「アクリル樹脂系接着剤を用いた接着系あと施工アンカー」の技術を応用し「抜取り可能なあと施工アンカー」を開発した。本稿では「抜取り可能なあと施工アンカー」の概要と、性能確認試験として実施したアンカーボルトの引抜き試験結果および抜取り試験結果について報告する。

キーワード：接着系あと施工アンカー、抜取り可能、アクリル樹脂、引抜き試験、抜取り試験

1. はじめに

橋梁工事の現場において、コンクリート構造物に鋼製ブラケット等を設置する際には、接着系あと施工アンカーが広く用いられている。また、補修・補強工事等の現場では、仮設材としてブラケットを設置し、使用後に撤去するケースが多くある。従来、ブラケットの使用後に不要となったアンカーボルトは、コンクリート母材を部分的にはつり、アンカーボルトを切断後、モルタルで補修して撤去していた。しかし、撤去作業に時間と労力がかかるうえ、コンクリート母材をはつる作業ではコンクリートにヘアークラックが生じる懸念がある。さらに不要な鋼材がコンクリート内部に残置されることで、将来的にアンカーボルトに錆びが生じ、コンクリート母材に損傷を与える危険性も懸念される。

そこで、これまで弊社で研究開発してきた「アクリル樹脂系接着剤を用いたあと施工アンカー」¹⁾²⁾を応用し、コンクリート母材に損傷を与えず、完全に撤去することが可能な「抜取り可能なあと施工アンカー」（以下、Rアンカー）を開発^{3)~5)}した。これまでも各論文にて本技術の報告をしてきたが、その後の施工実績に伴う製作性や施工性を見直しにより、特殊コーティング材料の改良を行ったため、本稿では改めてRアンカーの概要と、性能確認試験として実施したアンカーボルトの引抜き試験結果および抜取り試験結果について報告する。

2. Rアンカーの概要

図-1にRアンカーの概要を示す。Rアンカーは、全ネジ加工したアンカーボルトの埋め込み範囲に特殊コーテ

ィングを塗布し、それをアクリル樹脂にて定着する接着系あと施工アンカーである。アクリル樹脂は粘性を高く調整しているため、アンカーボルトをゆっくり回転させながら施工することで、硬化したアクリル樹脂が孔内でネジ山を形成する。仮設材等の使用後、不要となったアンカーボルトにナットを固定し、レンチ等で反時計回りに回転させると、アンカーボルトに塗布した特殊コーティングが離型剤となり、写真-1のように抜取ることが可能である。

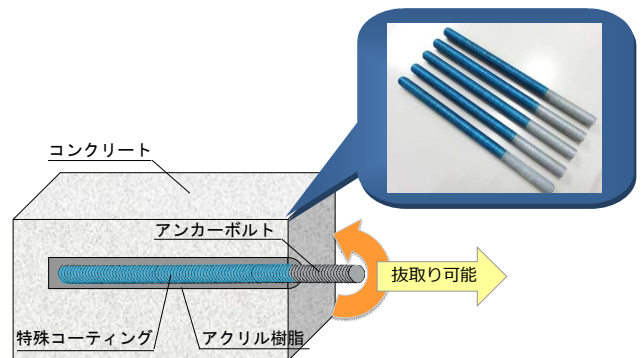


図-1 Rアンカー概要



写真-1 Rアンカー抜取り状況

* 技術本部 技術研究室
**工事本部 橋梁保全事業室

3. R アンカー引抜き試験

R アンカーの引抜き耐力および材齢による影響を確認するため、コンクリート試験体を用いた引抜き試験を実施した。材齢は1日と3カ月の2ケースとした。さらにR アンカーの特徴である特殊コーティングが引抜き耐力に与える影響を確認するため、特殊コーティングなしのアンカーボルトでも試験を実施した。本試験では、引抜き荷重作用時の破壊条件をアンカーボルト降伏とした。

3.1 試験方法

図-2 に示すコンクリート試験体を、コアドリルにて削孔し、アクリル樹脂を用いて M16×180mm (SS400) のアンカーボルトを定着した。埋め込み長は、アンカー径の7倍(112mm)とした。試験ケースを表-1 に示す。パラメータをアンカー施工から引抜き試験までの材齢およびアンカーボルトの特殊コーティング有無とした。

各要素の設計耐力を表-2 に示す。設計耐力は、各材料試験値および理論式⁶⁾を用いて算出した。アクリル樹脂の物性値を表-3 に示す。コンクリートの圧縮強度は、標準養生の28日材齢で47.5N/mm²であった。

アンカー施工後、試験体をケース毎の期間暴露養生し、図-3 に示す引抜き試験装置を用い、センターホールジャッキに接続した手動ポンプにて、鉛直上向きに単調載荷した。変位をアンカーボルト部で2点、鋼棒頂点で1点計測した。引抜き試験前の試験体を写真-2 に、引抜き試験状況を写真-3 に示す。

3.2 試験結果

3.2.1 引抜き試験結果

引抜き試験で計測した荷重-変位関係の代表値を図-4 に示す。変位は3箇所の変位計の計測値より、コンクリート表面におけるアンカーボルトの変位量を算出した。表-4 は本試験で得られた引抜き耐力を示す。引抜き耐力

表-1 試験ケース

ケース	試験体	材齢	アンカーボルトコーティング	備考
a	a-1	1日	有	Rアンカー
	a-2			
	a-3			
b	b-1	3カ月		
	b-2			
	b-3			
c	c-1		無	通常のアンカー

表-2 設計耐力

項目	設計耐力(kN)
①アンカーボルトの降伏耐力	48
②アンカーボルトの引張耐力	68
③コンクリートの付着耐力	85
④コンクリートのコーン破壊耐力	71

表-3 アクリル樹脂の物性値(硬化物)

項目	強度(N/mm ²)
①圧縮強度	120
②引張強度	32.8
③曲げ強度	58.3
④圧縮弾性係数	12400



写真-2 引抜き前試験体



写真-3 引抜き試験状況

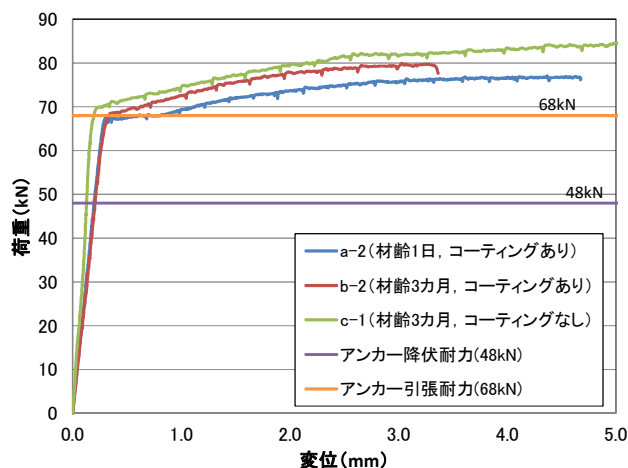


図-4 荷重-変位関係

表-4 引抜き耐力

ケース	試験体	引抜き耐力(kN)	平均引抜き耐力(kN)
a	a-1	71.6	68.8
	a-2	67.7	
	a-3	67.2	
b	b-1	67.1	68.3
	b-2	68.5	
	b-3	69.2	
c	c-1	69.9	69.9

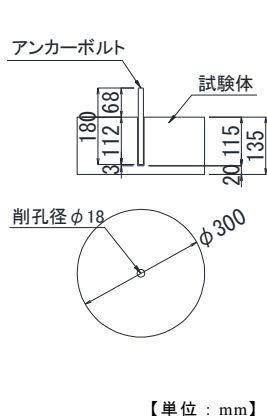


図-2 試験体概要図

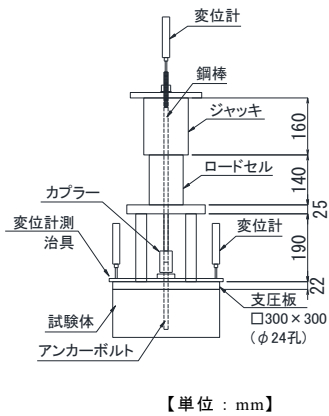


図-3 引抜き試験装置

は、荷重-変位関係が一定の勾配で推移している範囲での最大荷重とした。

アンカー施工から引抜き試験までの材齢の影響を確認するため、ケース a と b を比較すると、初期剛性が一致していることがわかる。また表-4 より、平均引抜き耐力を比較すると、0.5kN の差であり、同等であることが確認できた。

次に、特殊コーティングの有無による影響を確認するため、ケース b と c を比較すると、ケース c の方が初期剛性が 39%高かった。また表-4 より、平均引抜き耐力を比較すると、1.6kN の差であり、同等であることが確認できた。

表-4 より、各ケースの引抜き耐力は、アンカーボルトの降伏耐力である 48kN を上回り、降伏耐力の 1.4 倍であるアンカーボルトの引張耐力とほぼ一致した。

3.2.2 破壊状況

引抜き試験終了後、各試験体の破壊状況を確認した。その後、最終的な破壊形態を確認するため、計測機器を取り外し、ジャッキを用いて再度載荷した。

写真-4 に引抜き試験後の試験体 a-2 の状況を示す。コンクリートに損傷は見られず、樹脂表面の破壊とアンカーボルトの抜出しが確認できた。写真-5 は試験体 a-2 に再度載荷し、破壊に至った状況を示す。アンカーボルトと樹脂の界面で破壊し、アンカーボルトが完全に引抜けた。写真-6, 7 は、試験体 b-2 の引抜き試験後および再載荷後の状況を示すが、試験体 a-2 と同様の破壊形態であった。

写真-8 に試験体 c-1 の引抜き試験後の状況を示す。コンクリートや樹脂に損傷は見られず、アンカーボルト根本の塑性変形が確認できた。本試験体はアンカーボルト破断の兆候が見られたため、再載荷は実施せず、試験終了とした。

3.2.3 まとめ

- ・材齢 1 日および 3 カ月における引抜き耐力は、アンカーボルトの引張耐力と同等であり、材齢による影響は見られなかった。
- ・R アンカーと特殊コーティングを塗布しないアンカーボルトでは、引抜き試験における初期勾配および破壊形態が異なるものの、引抜き耐力は同等であった。
- ・R アンカーの引抜き耐力は、アンカーボルトの引張耐力と同等であり、接着系あと施工アンカーとして必要な耐力を有していることが確認できた。

4. R アンカー 抜取り試験

R アンカーの抜取り性能を確認するため、コンクリー



写真-4 引抜き試験後状況 (試験体 a-2)



写真-5 破壊状況 (試験体 a-2)



写真-6 引抜き試験後状況 (試験体 b-2)



写真-7 破壊状況 (試験体 b-2)

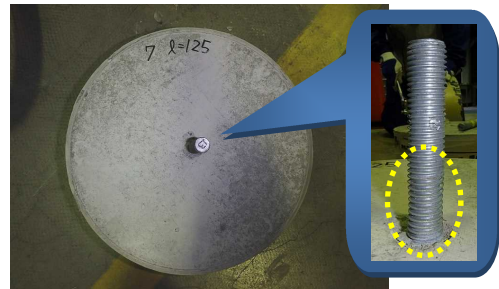


写真-8 引抜き試験後状況 (試験体 c-1)

ト試験体を用いた抜取り試験を実施した。本試験では、施工から長期経過後の抜取り性能も確認するため、材齢 1 日、6 カ月の 2 ケースを実施した。試験体数は、材齢 1 日が 20 体、6 カ月が 9 体とした。

4.1 試験方法

写真-9 に示す無筋のコンクリート試験体に、コアドリルを用いてφ34×310mm のアンカーホールを削孔し、M30×420mm (SS400) の R アンカーをアクリル樹脂にて定着した。埋め込み長は、アンカー径の 10 倍 (300mm) とした。

R アンカーの施工後、試験体を屋外で暴露養生し、材齢 1 日および 6 カ月後に抜取り試験を行った。抜取りの際は写真-10 のように、アンカーボルトにダブルナットを固定し、トルク値の計測が可能なレンチを用いて反時計回りに回転させた。アンカーボルトが回転し始める時

の最大トルク値を抜取りトルク値として記録した。

4.2 試験結果

抜取り試験の結果、材齢1日、6カ月ともにハンドルからヘッドまでが1.4mのトルクレンチを使用し、全量を抜取ることができた。図-5に材齢と抜取りトルク値の関係を、表-5に抜取りトルク値の平均値、最大値、最小値を示す。最大値と最小値の差を比較すると、材齢1日では330N・m、材齢6カ月では210N・mであり、材齢6カ月の方が値の幅が小さかった。

以上より、Rアンカーは長期材齢時でも抜取り性能を有していることが確認できた。



写真-9 抜取り試験体

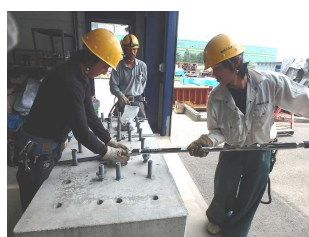


写真-10 抜取り状況

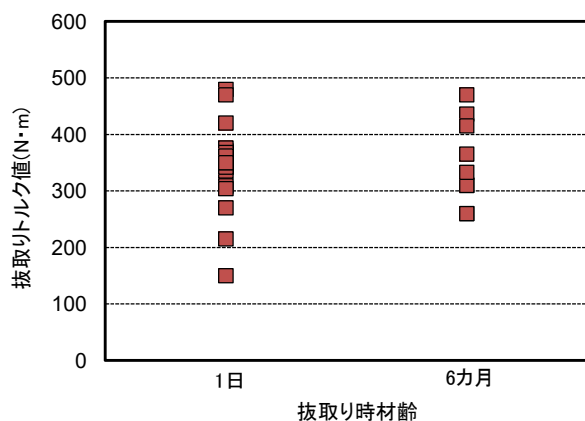


図-5 材齢と抜取りトルク値の関係

表-5 抜取りトルク値

項目	抜取りトルク値 (N・m)	
	材齢1日	材齢6カ月
平均値	345	351
最大値	480	470
最小値	150	260

5. おわりに

これまで「アクリル樹脂系接着剤を用いた接着系あと施工アンカー」の開発として、樹脂の性能試験や様々な条件下におけるアンカーボルトの引抜き試験等を実施し、性能確認を行ってきた。本工法の更なる品質確保、向上のため、長期持続荷重に対する安全性や耐アルカリ性能について、継続して検討中である。また広報活動として、NETIS および首都高新技術に申請中である。

本技術は橋梁の補修、補強工事現場等で徐々に適用され始めており、仮設ガードレール、仮設防護柵、ジャッキアップブラケット等の固定用として使用されている。最近、既設橋の大規模補修が脚光を浴びてきており、本工法も様々な用途が増えてくると予測できることから、さらなる需要が期待されると考える。

参考文献

- 1) 岑山友紀, 平野穂菜美, 三輪浩二, 橘肇, 中本啓介, 藤間誠司: 接着系あと施工アンカーに用いるアクリル樹脂系接着剤について, 材料, 第65巻, 第5号, pp.397-402, 平成28年5月
- 2) 平野穂菜美, 橘肇, 三輪浩二, 藤間誠司: 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, 土木学会第71回年次学術講演概要集, CS3-005, pp.9-10, 平成28年9月
- 3) 三輪浩二, 藤間誠司: 抜き取り可能なアンカーボルトの施工について, 平成26年度近畿地方整備局研究発表会論文集, 新技術・新工法部門, No.16, 平成26年9月
- 4) 三輪浩二, 岑山友紀: アクリル樹脂接着剤を用いたあと施工アンカーの開発—NRアンカー・Rアンカー—, 駒井ハルテック技報 Vol.4 2014, pp.32-35, 平成26年12月
- 5) 三輪浩二, 岑山友紀, 橘肇, 中本啓介, 藤間誠司: アクリル樹脂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, pp.59-62, 平成26年12月
- 6) 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—, 株式会社建築技術, pp.77-78, 平成23年1月