

## コンクリートの状態が金属系あと施工アンカーの 引抜き耐力に与える影響に関する载荷実験

国立研究開発法人 土木研究所 正会員 ○巽義知, 日下敦, 小出孝明

### 1. はじめに

道路トンネル内では種々の附属物を設置するための取付金具として、覆工に金属系あと施工アンカーが設置されている。トンネルの維持管理においては、覆工のみならず、このような取付金具類の点検を行うこととされている<sup>1)</sup>。ただし、アンカーに関連した不具合が発生している場合の耐荷力の評価に関する手法は確立されているとは言えず、目視や触診等により経験的に判断しているのが現状である。これを踏まえ、先行研究<sup>2)</sup><sup>3)</sup>では、アンカー周辺のコンクリートのひび割れやアンカーの打込み状態がアンカーの引抜き耐力に与える影響を検討している。アンカーの引抜き耐力に影響する要因としては、他にも補強鉄筋の有無や、施工不良により覆工コンクリートが粗骨材に偏りのある不均質な状態にあることが考えられる。そこで、それらコンクリートの状態がアンカーの引抜き耐力に及ぼす影響について、実験により検討した。

### 2. アンカー引抜き試験の概要

図-1 にアンカー引抜き装置の概要を示す。実験の手順は図-2 に示す通り、供試体に削孔した後、金属系あと施工アンカー（スリーブ打込み式、ねじ径 M16、スリーブ長 60 mm、ステンレス製）を打設し、アンカーを引抜いた。削孔長は後述の補強鉄筋より下方に達するよう、標準削孔長より 32mm 深い 100mm で統一した（図-3）。ケース数は表-1 に示す 4 ケースとした。ケース 1 は標準のコンクリートとして配合を 18-12-40N とした。ケース 2（粗骨材(密)）は粗骨材が集まる状況を再現するため、標準のコンクリートを型枠の半分まで打設後、アンカー設置予定箇所付近に粗骨材のみを 70kg 投入し、残りを標準のコンクリートで埋め、表面がジャンカに見えない程度になるまで軽くバイブレータをかけた（写真-1）。ケース 3（粗骨材(疎)）は 20mm のふるいで標準の生コンクリートから粗骨材を抜き、粗骨材を 65%少ない状態とした。ケース 4 は鉄筋による補強コンクリートであり、配筋は D19@200 mm, D16@300 mm とした。供試体の大きさはケース 1~3 は長さ 120 cm×幅 80 cm×厚さ 30 cm, ケース 4 は長さ 100 cm×幅 100 cm×厚さ 30 cm の直方体とした。試験回数はそれぞれ 3 回とした。なお、試験日における供試体の一軸圧縮強さは全ケース 20N/mm<sup>2</sup> であった。

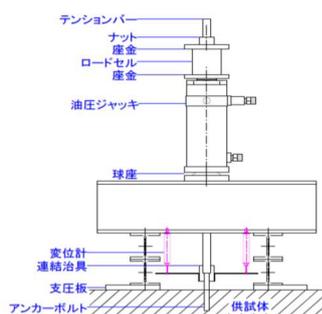


図-1 引抜き装置の概要

表-1 実験ケース一覧

ケース	コンクリートの状態	概要	試験回数
1	標準	標準のコンクリートにアンカーボルト施工	3
2	粗骨材(密)	粗骨材が集まる状態を再現。生コン打設前に粗骨材をアンカー設置予定箇所付近へ投入。	3
3	粗骨材(疎)	粗骨材が回らず、標準より粗骨材が65%少ない状態を再現	3
4	鉄筋補強	標準のコンクリートに補強鉄筋を配筋	3

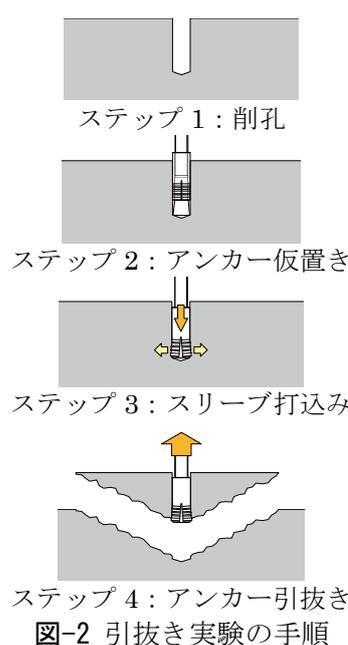


図-2 引抜き実験の手順

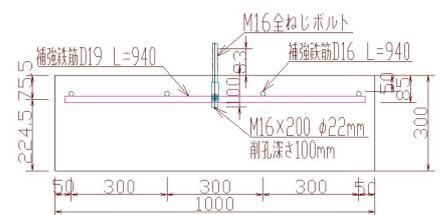


図-3 供試体製作図



写真-1 ケース 2 打設状況

キーワード トンネル, 覆工, あと施工アンカー, アンカー引抜き試験

連絡先 〒305-8516 つくば市南原 1-6 国立研究開発法人土木研究所 道路技術研究グループ(トンネル) TEL 029-879-6791

### 3. 実験結果および考察

アンカーの荷重-変位関係を図-4, 引抜き耐力(最大荷重)を図-5, 引抜き最大荷重時の変位と破壊部の寸法を表-2に示す。

標準のケース1では, 先行研究2)3)と同様, 図-2ステップ4のようなコーン破壊が生じ, 引抜き耐力は平均53.6kNとなった。

粗骨材が集まり密な状態のケース2では, 2回の引抜き耐力は56.4kN, 53.6kNで標準と同程度の値となり, 図-4, 図-5中に※印で示す1回が64.0kNと大きい値となった。ただし, この1回については, 図-4の荷重-変位関係を見ると, 載荷直後に変位が大きく生じており, アンカーが抜け出たと考えられる。原因には, 粗骨材が集まることでアンカー打込み箇所周辺に空隙ができ, アンカーが十分に定着されていなかったことが想定される。

粗骨材が回らず疎な状態のケース3では, 引抜き耐力の平均値は44.3kNであり, 標準より2割程度小さくなる傾向が見られた。なお, ケース3の3回はすべて, 引抜き試験実施前にボルトを手で揺さぶると, ぐらつきが見られた。削孔時や打込時に細粒分が削られて緩みが生じたことが想定される。ぐらつきが見られたことから, 触診により異常を把握できる可能性が考えられる。

補強鉄筋を配筋したケース4では, 引抜き耐力の平均値は52.0kNであり標準とほぼ差がない結果となった。しかし, 表-2に示す通り, 破壊部の寸法が標準400mm~500mmに対し, 555mm~1000mmと広範囲で破壊していた(写真-2)。本実験のアンカーの根入れ深さが鉄筋の下端+15mm程度のため, 鉄筋による応力分散は生じたが, かぶり部分で破断し, 補強効果が得られない結果となったと考えられる。

### 4. まとめ

本研究で得られた主な結論は以下の通りである。ただし, 限られた実験条件, 数量のアンカー引抜き試験から得られたものであることに留意する必要がある。

- ・粗骨材が密な場合, アンカーの引抜き耐力は同程度であったが, 小さい荷重によりアンカーが抜け出たものもあった。
- ・粗骨材が疎な場合, アンカーの引抜き耐力は標準より2割程度小さくなる傾向が見られた。なお, アンカーのぐらつきも確認されたため, 触診により異常を把握できる可能性が考えられる。
- ・鉄筋補強は, アンカー根入れ深さが鉄筋被り厚さと同程度では破断面形成に影響するが引抜き耐力には影響がほぼ無かった。

### 参考文献

- 1) 国土交通省道路局: 道路トンネル定期点検要領 平成31年2月, 2019.
- 2) 日下敦, 淡路動太, 河田皓介, 砂金伸治: トンネル内あと施工アンカーの引抜き試験に関する基礎的実験, 土木学会年次学術講演会概要集, 第70回, 第6部門, No.VI-331, pp.661-662, 2015.
- 3) 日下敦, 小出孝明, 砂金伸治: トンネル内の金属系あと施工アンカーの引抜き耐力に関する基礎的実験, トンネル工学報告集, 第27巻, I-46, 2017.11

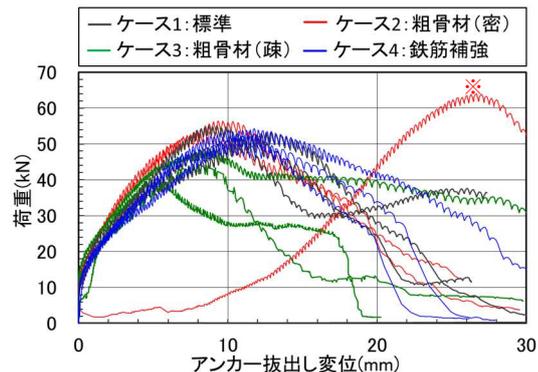


図-4 荷重-変位関係

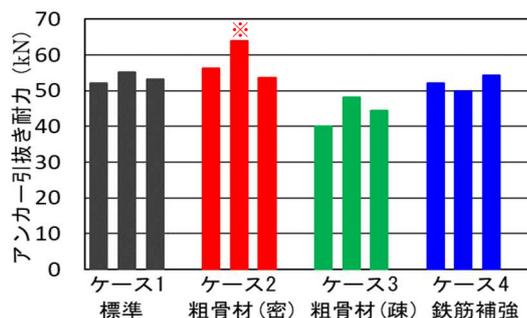


図-5 引抜き耐力

表-2 試験結果一覧

ケース	コンクリートの状態	最大荷重(kN)		最大荷重時の変位(mm)	破壊部寸法(mm)
		個別	平均		
1	標準	52.2	53.6	11.0	500 × 400
		55.3		8.7	500 × 400
		53.2		12.9	400 × 400
2	粗骨材(密)	56.4	58.0	9.3	320 × 320
		64.0		26.6	320 × 320
		53.6		8.5	500 × 400
3	粗骨材(疎)	40.0	44.3	7.0	600 × 500
		48.2		9.1	500 × 500
		44.6		8.0	600 × 600
4	鉄筋補強	52.1	52.1	11.1	720 × 555
		49.9		10.8	590 × 670
		54.2		11.8	1000 × 1000

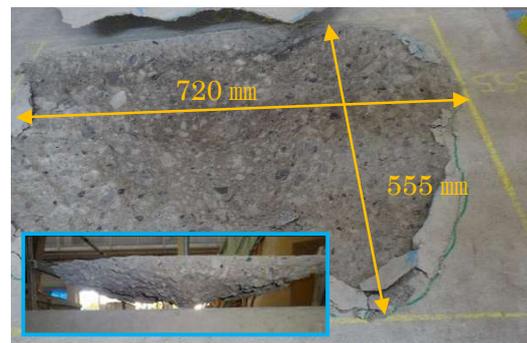


写真-2 破断面(ケース4)