

## 施工不良を有するあと施工アンカーの引抜き挙動

岐阜大学 学生会員 ○HUYNH MINH THINH  
 岐阜大学 正会員 國枝 稔

### 1. はじめに

2012年12月2日に起きた中央自動車道笹子トンネルの天井板崩落事故では、天井版を吊り下げていたあと施工アンカー（以後、アンカーと呼ぶ）の施工不良が落下原因の一つとされている<sup>1)</sup>。これを受け、建築・土木分野でアンカーの耐久性に対する関心が高まっている。とりわけ施工不良を有するアンカーの耐久性に関する知見の蓄積も必要になってくると考えられる。

本研究では、金属系、接着系の各アンカーの施工不良を再現し、静的引抜き試験によりその引抜き挙動に関する実験的知見を得ることを目的とする。

### 2. 実験概要

#### 2.1 アンカーの種類および供試体

本実験では表-1に示すような条件で施工される金属系、および接着系のアンカーを対象とした。金属系アンカーはM20の金属拡張式（スリーブ打込み式）アンカーとし、接着系アンカーはM20の全ねじボルト（SNB7）を用い、埋込長7d（140mm）を標準とした。

母材コンクリートの作製に際し、板厚4.5mmの一般構造用鋼管（直径216mm）を、金属系アンカー用に長さ150mmおよび接着系アンカー用に長さ200mmにそれぞれ切断した鋼管を用意し、鋼管内部にコンクリートを打設した。コンクリートの圧縮強度は引抜き試験時において30.4N/mm<sup>2</sup>であった。後述のそれぞれの施工不良の種類において、供試体を3本作製し検証した。

#### 2.2 対象とする施工不良

対象とする施工不良を表-2、3に示す。金属系については、穿孔径の違い、スリーブの打込み不良を対象とした。スリーブ打込み不良は、標準施工時の打込み量の1/2とした。

接着系については、接着剤の充填不良（先端部未充填）および接着剤の強度不足とした。先端部未充填は、上向きにアンカーを施工した場合に接着剤量が不足した場合を想定している。接着剤の強度不足は、主剤と硬化剤の混合比を標準である2:1に対して、8:1と10:1と変化させた。なお、接着系アンカーの引抜き試験は接着剤の材齢14日で実施した。

#### 2.3 静的引抜き試験

容量300kNの油圧ジャッキ、容量300kN、精度100Nのロードセルを用い、アンカーに作用する引張力を測定した。また、アンカーの拔出し変位はストローク25mm、精度1/500mmの高感度変位計を用いて測定した。

金属系アンカーにおいては、供試体上に直径190mmの円孔を有する鋼板を配置し、反力板として利用することで、非拘束試験として実施した。

接着系アンカーにおいては、供試体上に直径30mmの円孔を有する鋼板を配置し、反力板として利用することで、拘束試験として実施した。

表-1 アンカーの種類と施工条件

	ボルト径	穿孔深さ	穿孔径
金属系	M20	89mm	28mm
接着系	M20 全ねじボルト	140mm	30mm

表-2 供試体一覧

アンカー種類	施工不良の種類	摘要
金属系	無（標準）	規定値（φ28mm）
	穿孔径の違い	規定値+2サイズ上の穿孔径（φ33mm）
	スリーブ打込み不良	スリーブ打込み深さの1/2
接着系	無（標準）	完全充填
	接着剤の充填不良	先端部未充填（充填率約25%）
	接着剤強度不足	主剤と硬化剤の混合比を変化

表-3 充填不良のイメージ

条件	接着剤充填状況イメージ
完全充填	
先端部未充填（充填率約25%）	

### 3. 実験結果

#### 3.1 金属系アンカー

図-1に金属系アンカーの荷重-変位曲線を、表-4に最大荷重値（3本の平均値）を示す。

穿孔径が大きい場合には、標準施工と比較して最大荷重は約1/5倍となった。これは、穿孔径が大きいと、スリーブが孔壁に噛み合う量が少なくなったこ

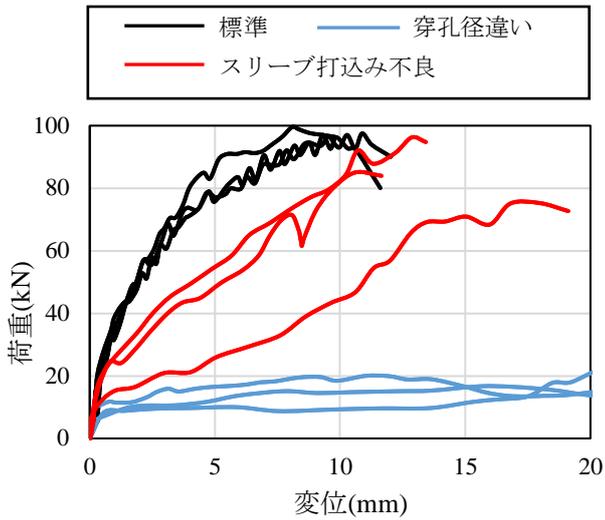


図-1 荷重-変位曲線（金属系）

表-4 最大荷重と破壊モード

アンカー種類	施工不良の種類	最大荷重 (kN)	破壊モード
金属系	無（標準）	97.8	コーン状
	穿孔径の違い	19.8	引抜け
	スリーブ打込み不良	85.5	コーン状
接着系	無（標準）	178.9	付着破壊
	先端部未充填	85.5	付着破壊
	接着剤強度不足 (8:1)	195.4	付着破壊
	接着剤強度不足 (10:1)	89.1	付着破壊

とによる。また、終局時の破壊モードはアンカーの引抜けであった。

スリーブ打込み不良（スリーブ打込み深さの 1/2）の場合には、標準施工と比較して最大荷重がやや低下した。さらに最大荷重に至るまでの剛性が小さくなり、そのばらつきも大きかった。

### 3.2 接着系アンカー

図-2 に接着系アンカーの充填不足供試体の荷重-変位曲線を、表-4 に最大荷重値（3本の平均値）を示す。充填率 25%の各供試体の最大荷重は標準施工に比べて約 1/2 程度に低下することが確認できた。図-3 に引き続き後のアンカーボルトの状況を示す。

図-4 に接着系アンカーの強度不足供試体の荷重-変位曲線を、表-4 に最大荷重値（3本の平均値）を示す。最大荷重は主剤と硬化剤の割合が標準（2:1）の場合より 8:1 の場合に大きくなるが、さらに硬化剤の量を減らすことにより 10:1 では標準施工に比べて約 1/2 程度になった。

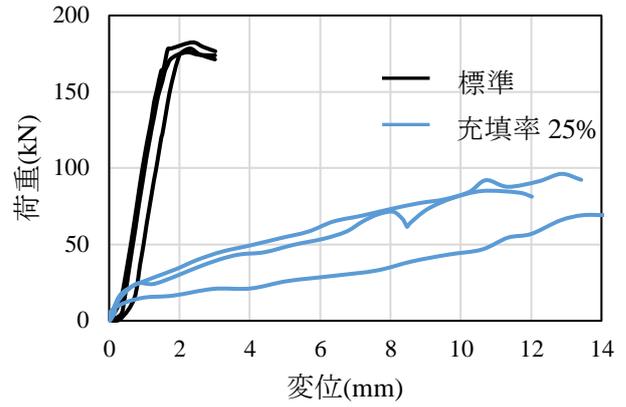


図-2 荷重-変位曲線（接着剤充填不足）

コンクリート埋設



図-3 先端部未充填の引抜き後のアンカーボルト

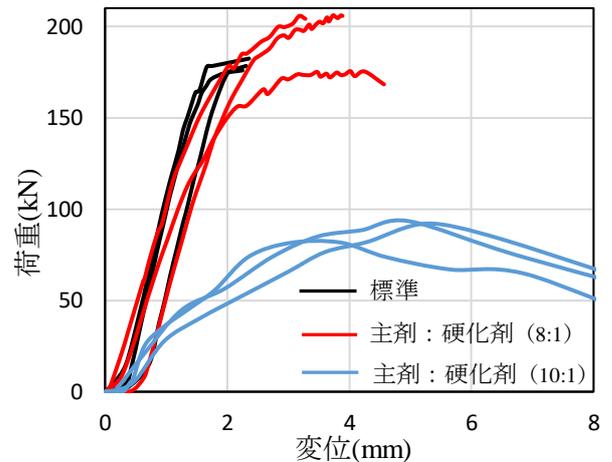


図-4 荷重-変位曲線（接着剤強度不足）

### 4. おわりに

本研究では、施工不良を有するあと施工アンカーの供試体の作製方法を確立し、かつ引抜き試験により耐力や破壊モードについて実験的に検討した。引抜きデータの蓄積を行う予定である。

#### 【参考文献】

- 1) 国土交通省 トンネル天井板の落下事故に関する調査・検討委員会：トンネル天井板の落下事故に関する調査・検討委員会 報告書，2012