

接着系あと施工アンカーの付着性能が打撃応答特性に及ぼす影響

長岡工業高等専門学校 学生会員 ○舟波尚哉
 長岡工業高等専門学校 正会員 村上祐貴
 長岡工業高等専門学校 学生会員 高橋知也
 長岡工業高等専門学校 正会員 池田富士雄
 長岡工業高等専門学校 非会員 井山徹郎

1. はじめに

土木分野において、接着系あと施工アンカーはコンクリート構造物の耐震補強やトンネル天井板、ジェットファンや道路標識等の道路付属物の設置に使用される。2012年12月2日、中央自動車道上り線笹子トンネルでトンネル換気のために設置されていた天井板と隔壁板が約140mの区間にわたって落下し、9名が死亡する大事故となった。

事故後、落下原因の究明や、同種の事故の再発防止策について専門的見地からの検討を目的とした、「トンネル天井板の落下事故に関する調査・検討委員会」が設置された。当該事故調査委員会では、落下事故の要因として、施工段階で所定の引抜強度を発揮しない(初期欠陥)接着系あと施工アンカーがあったこと、経年の材料劣化による引抜強度の低下等が挙げられた。当該事故調査委員会は、笹子トンネル上り線全線を対象区間(天井板落下区間を除く)として打音試験を実施し、打音点検は機能を損失したボルトを把握する上では有効であるが、現在の付着性能を把握することは困難であることを報告している¹⁾。

本研究では接着系あと施工アンカーの付着性能評価を目的として、接着系あと施工アンカーの打撃試験および引き抜き試験を実施し、初期欠陥が点検時の打撃応答特性や付着強度に及ぼす影響について検討した。

2. 実験方法

試験体概要を図-1に示す。試験体寸法は、断面200mm×200mm、高さ200mmの角柱供試体である。試験体隅角部には治具と試験体を固定するボルトを通すため、塩ビ管(vp20)を4か所に埋設した。

試験体中心部を直径19mmのドリルで深さ130mmま

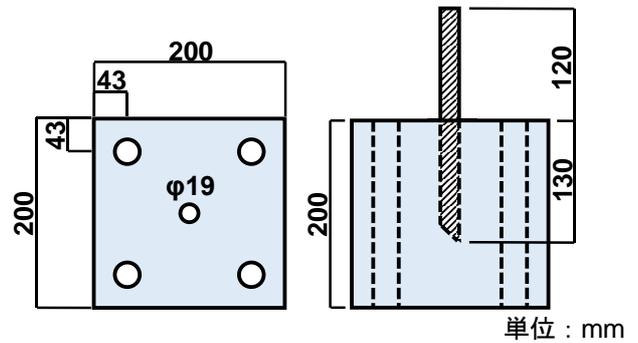


図-1 試験体概要

表-1 実験パラメータ

試験体シリーズ	試験体名	圧縮強度 (N/mm ²)	アンカー打ち込み完了後からの回転時間 (秒)	最大荷重 (kN)	平均最大荷重 (kN)	破壊形態
S0	S0-1	41.5	0	72.4	71.1	破断
	S0-2	35.6		71.5		破断
	S0-3	46.5		69.3		破断
S5	S5-1	44.8	5	51.8	63.8	引き抜け
	S5-2	48.1		70.8		引き抜け
	S5-3	44.6		68.7		引き抜け
S10	S10-1	47.7	10	32.5	33.3	引き抜け
	S10-2	40.5		43.7		引き抜け
	S10-3	43.9		23.7		引き抜け

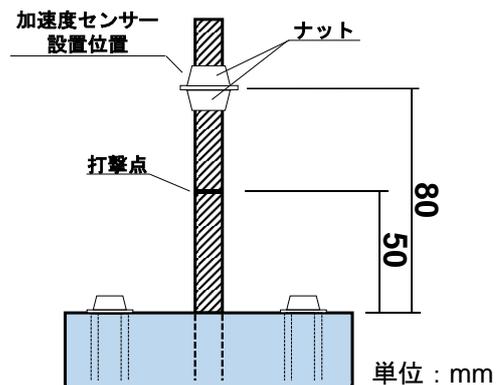


図-2 打撃試験概要

で削孔し、アンカー用ワイヤーブラシとエアダスターを併用して孔内を清掃後、エポキシアクリレート樹脂を主剤とするカプセル式樹脂アンカーを孔内に挿入した。その後、ハンマードリルを用いてM16アンカーボルトに回転・打撃を加えて所定の深さまで埋め込み、固定化する

キーワード 接着系あと施工アンカー、非破壊検査、打撃応答特性、周波数応答関数、

連絡先 〒940-8532 新潟県長岡市西片貝 888 番地 長岡工業高等専門学校 TEL 0258-34-9276

まで静置した。

実験パラメータを表-1に示す。検討項目はアンカーボルトの固着程度である。固着程度は、所定の深さまでアンカーボルトを挿入した後、一定時間さらに回転打撃を加えて過剰攪拌することで変化させた。過剰攪拌時間は0秒、5秒、10秒の3水準とした。

図-2に打撃試験概要を示す。インパルスハンマーを用いて試験体アンカーボルトを加振し、振動応答を加速度センサーで受信した。試験体上面から80mmの高さに固定したダブルナットの上側ナットに、両面粘着テープ(厚さ0.4mm)を用いて加速度センサーを密着させ、試験体上面から50mmの高さの位置のアンカーボルトをインパルスハンマーで打撃した。

打撃試験終了後、図-3に示すように引き抜き試験を行った。試験体上面にはコーン上の破壊を防止する目的で断面200mm×200mm、厚さ25mmの支圧板を設置した。荷重は荷重制御で行い、試験速度は0.1kN/secとし、アンカーボルト挿入から2日後に静的引き抜き試験を行った。

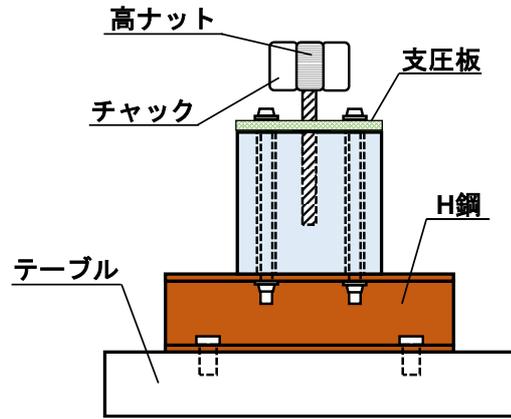


図-3 引き抜き試験概要

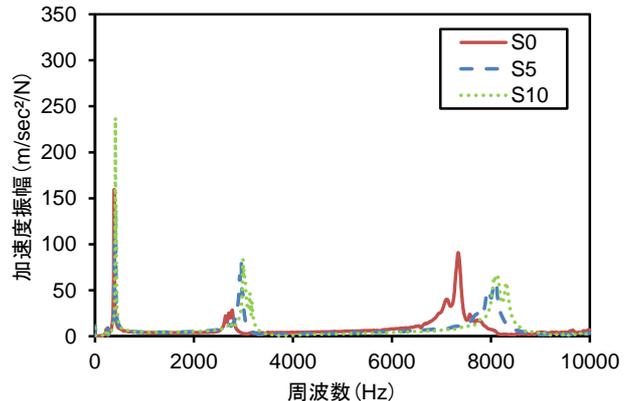


図-4 周波数応答関数

3. 実験結果

3.1 挿入時間が打撃応答特性に及ぼす影響

表-1に各試験体の引き抜き試験の最大荷重および破壊形態を示す。適切な回転打撃時間でアンカーボルトを挿入したS0シリーズ試験体では、アンカーボルトは引き抜けることなく破断して破壊に至った。これに対し、過剰攪拌したS5、S10シリーズ試験体では、全試験体で引き抜け破壊を生じ、過剰攪拌時間が長いほど最大荷重が小さくなる傾向にあった。カプセル方式の接着系あと施工アンカーでは、過度な回転・打撃時間が付着強度に及ぼす影響は極めて大きいと言える。

3.2 打撃試験結果

図-4は高さ50mmの位置でアンカーボルトを打撃した際の周波数応答関数(伝達関数)の結果である。なお、各試験体シリーズの周波数応答関数は試験体3体の平均である。周波数応答関数は、ほぼ同様の分布を示しており、400Hz、3000Hz、8000Hz付近で卓越周波数が確認された。

3次ピークに着目すると、試験パラメータごとに差異が認められる。50mm打撃試験の3次ピーク周波数と各シリーズ試験体の最大荷重の関係を図-5に示す。バラツキはあるが、卓越周波数が高周波側にシフトするほど、引き抜き試験の最大荷重は小さくなる傾向にある。

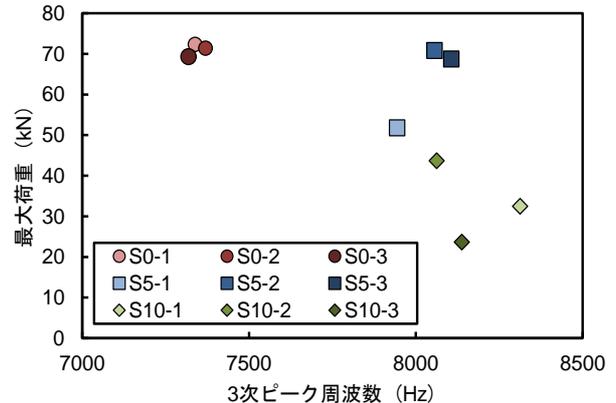


図-5 3次ピーク周波数と最大荷重

4. まとめ

本実験の範囲内においては、アンカーボルト打ち込み完了後からの過剰攪拌の時間の増加に伴い、引き抜き試験時の最大荷重は小さくなった。また、打撃試験時の周波数応答関数の卓越周波数は高周波側に移行した。

謝辞

謝辞、本研究は、(一財)新潟県建設技術センターの助成を受けて実施した。ここに記して謝意を表する。

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・検討委員会報告書，2013