

注入形状がアンカー材の付着特性に与える影響について

群馬工業高等専門学校 環境都市工学科 学生会員 ○山之内 克伎
群馬工業高等専門学校 環境都市工学科 栗田 慶吾
群馬工業高等専門学校 正会員 田中 英紀

1. はじめに

従来のあと施工アンカー工法の一つの接着系アンカーの施工手順は、コンクリート打設前にボイド管等の型枠により孔を確保、または、ドリル等で既存コンクリートを穿孔し、接着系アンカー材を円筒形の孔に注入後、アンカー筋を挿入して固着させる。

本研究では、接着系アンカー材の注入形状を従来の円筒形からくさび形に変更することで付着特性に与えられる影響を検討する。そこで、万能圧縮試験機を用いた押し抜き試験を実施し、最大荷重と破壊モードからくさび形の注入形状の付着特性を評価する。

2. 実験概要

2.1 試験体基本事項

試験体に注入した接着系アンカー材、固着させたアンカー筋(以下、アンカー筋とする)の材料特性を表-1、表-2に示す。接着系アンカー材は住友大阪セメント株式会社が製作、販売を行う無機系注入式アンカー材のセメフォースアンカー¹⁾(以下、アンカー材とする)を、アンカー筋はD13の異形棒鋼とした。

試験体の基本形状および寸法を図-1に示す。水中養生28日後の注入孔を設けた母材コンクリートにアンカー筋を固定し、アンカー材を注入した。

2.2 試験体条件

2.2.1 注入形状について

注入形状の違いによる影響を確認するために、円筒形(傾斜角度0度)とくさび形(傾斜角度3, 5, 7度)の型枠を用いた。母材コンクリート打設時に、グリスを塗布した型枠を設置し、母材コンクリート硬化後に脱型を実施し、アンカー材の注入孔を設けた。各傾斜角度の型枠の形状および寸法を図-2に示す。

2.2.2 母材コンクリートの物性値

母材コンクリートの圧縮強度の違いによる影響を確認するために、30, 40, 50N/mm²の目標圧縮強度(以下、母材強度とする)を設定した。各母材強度における母材コンクリートの諸元を表-3に示す。

2.3 付着試験

アンカー材注入後、気中養生7日後に押し抜き試験を実施した。図-3のように、万能圧縮試験機(SIM AZU UH-F1000KNI)を用いて、変位制御2mm/minで押し抜く力をアンカー筋に作用させた。鋼板は直径が注入形状と同程度のものとし、鋼板の損傷防止と荷重を均等に载荷するためにゴム板を配置した。台座は材質SS400、外径150mm、肉厚50mm、鋼板は同材質、直径44mm、高さ150mmである。

表-1 接着系アンカー材の材料特性

試験項目	時間	測定値(N/mm ²)
圧縮強度	28日	60.8
付着強度	7日	19.5

表-2 アンカー筋の材料特性

呼び名	種類	降伏強度(N/mm ²)	引張強度(N/mm ²)
D13	SD295A	336	454

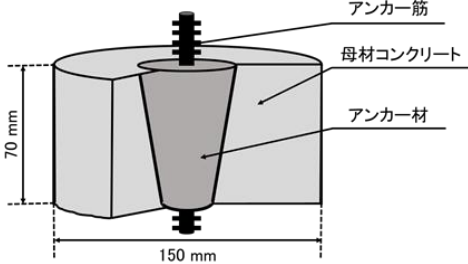


図-1 母材コンクリートの基本形状および寸法

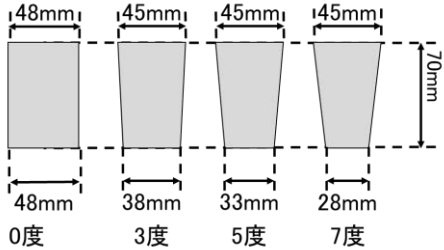


図-2 各型枠の形状および寸法

表-3 母材強度別の諸元

母材強度 (N/mm ²)	水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	単位量 (kg/m ³)					
			単位水量	セメント	細骨材 表乾状態	粗骨材 表乾状態	高性能 AE減水剤	シリカ フューム
30	56	41	168	298	721	1034	2.98	20
40	46	39	168	366	661	1036	3.66	20
50	39	38	168	434	616	1025	4.34	20

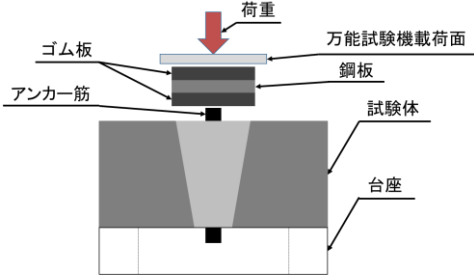


図-3 付着試験図

3. 実験結果および考察

3.1 母材強度と傾斜角度別の最大荷重

母材強度と傾斜角度別の最大荷重の変化を表-4と図-4に示す。母材強度別の最大荷重の差は傾斜角度5度、7度において最大8.0kN, 5.7kNである。傾斜角度0度から7度の最大荷重の変化において、最大荷重は約26kN上昇した。母材傾斜角度50N/mm²の最大荷重は右肩上がりに上昇しているが、傾斜角度7度において他母材強度の最大荷重と同程度である。

このことより、母材強度を変化させることによる最大荷重の変化はない。傾斜角度5度から7度の間で、最適傾斜角度になると考えられる。

3.2 破壊モードからの評価

傾斜角度0度の試験体下面と切断面を図-5に示す。アンカー材と母材コンクリートの界面から界面破壊が生じていた。先行研究では、コーン状破壊が見られた²⁾が、本研究では生じていなかった。この理由として、先行研究では表面処理を実施していたが、本研究では実施せず、加えて型枠に塗布したグリスが付着した状態であったために、コンクリートとアンカー材の界面の付着力が弱く、コーン状破壊が生じる前に界面破壊が生じたと考えられる。

傾斜角度3度の試験体下面と切断面を図-6に示す。試験体下面はアンカー材と母材コンクリートの界面から付着割裂破壊が生じ、また、アンカー材にせん断ひび割れが生じた。これは、割裂ひび割れによって試験体下方の拘束力が弱まり、母材コンクリートとアンカー材の界面に生じる付着力と鉄筋にかかる荷重によって、せん断変形が生じたためと考えられる。また、アンカー材のせん断ひび割れが進行しなかった要因として、試験体下方のアンカー材と母材コンクリートの付着力が弱かったため、母材コンクリートとアンカー材の界面に沿って破壊したからと考える。

傾斜角度7度の試験体下面と切断面を図-7に示す。傾斜角度7度は3度と同様な傾向が見られたが、違いとして、鉄筋に沿ったひび割れが生じていた。これは、鉄筋が下方に押し込まれたことによる鉄筋とアンカー材の界面破壊であると考えられる。

4. まとめ

- (1) アンカー材の注入形状を円筒形から、傾斜角度を設けたくさび形に変更することで最大荷重を大きくすることができる。
- (2) アンカー材の傾斜角度5度から7度間において最適傾斜角度になると考えられる。
- (3) 母材コンクリートの圧縮強度を変化させることは最大荷重に大きな差が生じない。
- (4) アンカー材に傾斜角度を設けた試験体の破壊モードは、付着割裂破壊、せん断ひび割れ、界面破壊の3つのパターンだった。

謝辞

材料提供をして頂きました住友大阪セメント株式会社様に厚く御礼申し上げます。

参考文献

表-4 母材強度と傾斜角度別の最大荷重

母材強度(N/mm ²)	傾斜角度別最大荷重(kN)			
	0度	3度	5度	7度
30	16.5	25.7	40.8	36.2
40	17.0	26.2	43.1	37.5
50	12.3	29.4	35.1	41.9

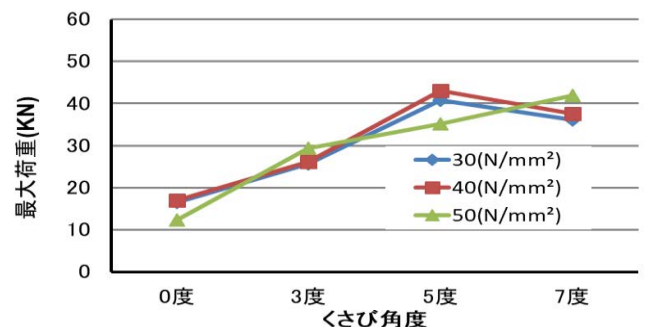


図-4 母材強度と傾斜角度別の最大荷重

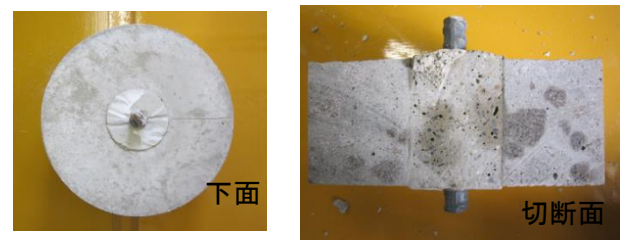


図-5 傾斜角度0度の試験体下面と切断面

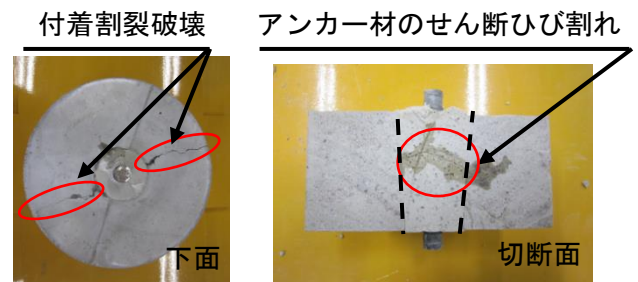


図-6 傾斜角度3度の試験体下面と切断面
鉄筋とアンカー材の界面破壊

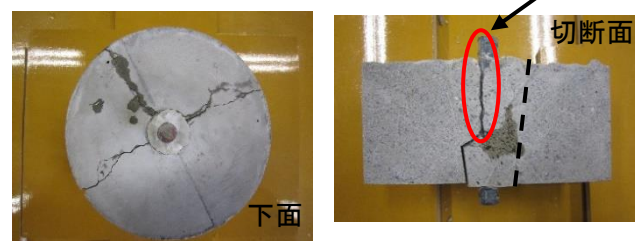


図-7 傾斜角度7度の試験体下面と切断面

- 1) 住友大阪セメント株式会社：セメフォースアンカー，https://www.soc-tec.com/gr/pdf/c_anchor.pdf (2019年10月28日閲覧)
- 2) 佐々木靖幸，柳原駿汰，田中英紀：無機系注入式アンカー(セメフォースアンカー)の付着特性に関する研究：第45回土木学会関東支部技術研究発表会講演会概要，V-5，2018