

若材齢コンクリートの押し抜き実験

(独) 労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所 正会員 ○吉川 直孝, 平岡 伸隆
 東京都市大学 正会員 伊藤 和也

1. はじめに

トンネル建設工事中の切羽における肌落ち災害を防止するため、掘削後の素掘り面に対して鏡吹付けを実施する場合がある。その十数分後には鋼製アーチ支保工を建て込むため、作業員が切羽に立ち入る場合もあり、肌落ち災害を防止するため、約 10 分という若材齢の吹付けコンクリートの強度変形特性を把握する必要がある。しかしながら、種々の実験を 10 分間で終了することは困難である。したがって、養生 10 分の急結材が添加された吹付けコンクリートの圧縮強度（約 300kN/m^2 ）と養生 6 時間の急結材を添加しないコンクリートの圧縮強度がほぼ同等であることから、本研究では、急結材無添加の若材齢コンクリートを岩石により押し抜く試験装置を試作し、その強度変形を評価した。

2. 実験概要

本研究で採用するコンクリートの配合は、国土交通省関東地方整備局の設計要領（道路編）¹⁾に記載されている配合と同様とした。本報告では、若材齢の吹付けコンクリートの押し抜き機構の把握を目的とした基礎的な実験として、実験には急結材を添加しないコンクリート（6 時間養生）を用いた。同配合の一軸圧縮試験も実施しその強度は $q_u = 354\text{kN/m}^2$ であった。コンクリートを打設する型枠は、図 1 に示すように、 $600\text{mm} \times 600\text{mm} \times 110\text{mm}$ である。同型枠内の底面に厚さ 60mm の岩石（花崗岩）を敷設し、その上にコンクリートを打設する。また、型枠中央部分には直径 100mm の円柱形状の載荷治具を設置できる。同載荷治具の上に厚さ 20mm の円柱形状の岩石が貼り付けられており、それらが一定変位速度（ $2 \pm 0.2\text{mm/min}$ ）で上昇することにより、コンクリートを下から上に押し抜く構造である。つまり、岩石が吹付けコンクリートを押し抜いて肌落ちする現象を模擬している。敷設した岩石の上部のコンクリートの厚さは 50mm とした。載荷治具側面および型枠側面とコンクリートの摩擦を軽減させるため、グリース、テフロンシートまたは OHP シートを敷設した。試験中に、載荷治具下部に設置した荷重計および変位計により荷重と変位を計測した。また、コンクリート打設前の岩石の表面形状および載荷中のコンクリート表面の変位を評価するため、30 秒毎（変位約 1mm 毎）にレーザスキャナによる 3 次元計測を実施した。

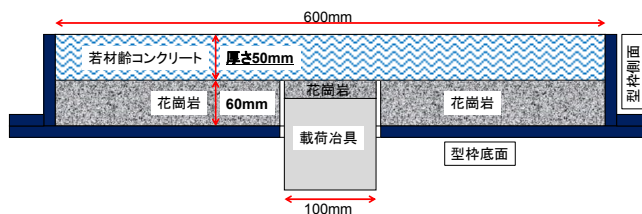


図1 押し抜き試験装置の断面図

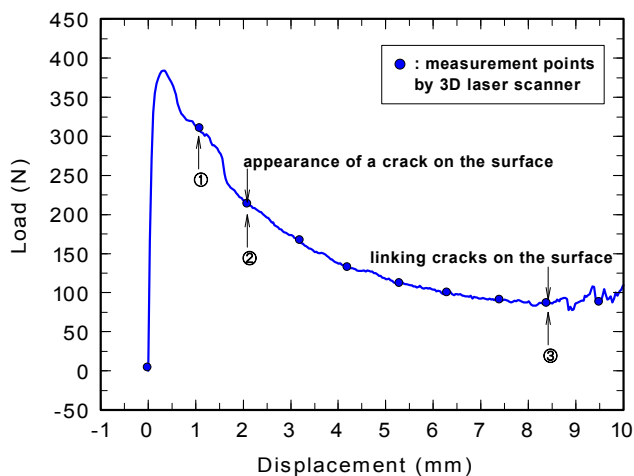


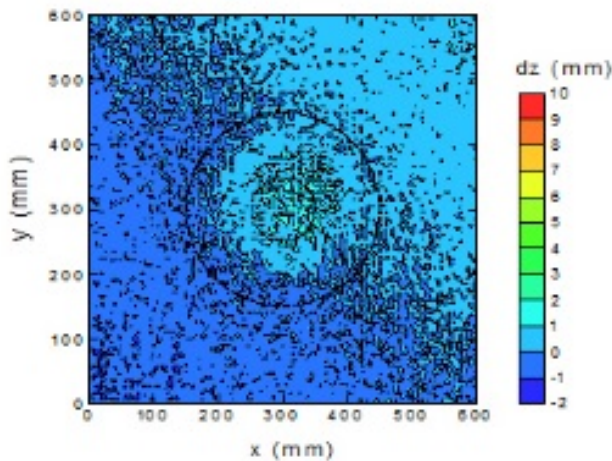
図2 押し抜き試験における荷重変位関係

3. 実験結果

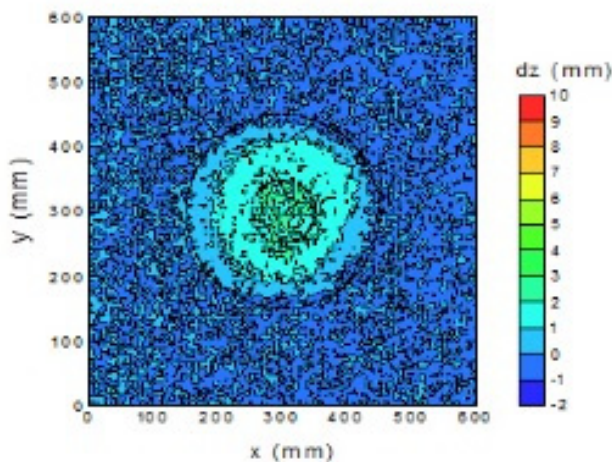
押し抜き試験により得られた荷重変位関係を図 2 に示す。実験時の最大荷重は 385 N であり、その時の変位量は 0.34mm であった。実験結果から、吹付け厚 50mm を確保しても岩塊の重量が 385N（=約 39kg）程度しか支持できないことがわかる。レーザスキャナにより計測されたコンクリート表面の 3 次元座標を用いて、試験前との差分により各載荷段階の変位分布を図 3 に示す。最大荷重を示した後、変位 1.1mm の時にはまだ表面の変

キーワード 吹付けコンクリート、若材齢、押し抜き試験、3 次元レーザスキャナ、変位分布

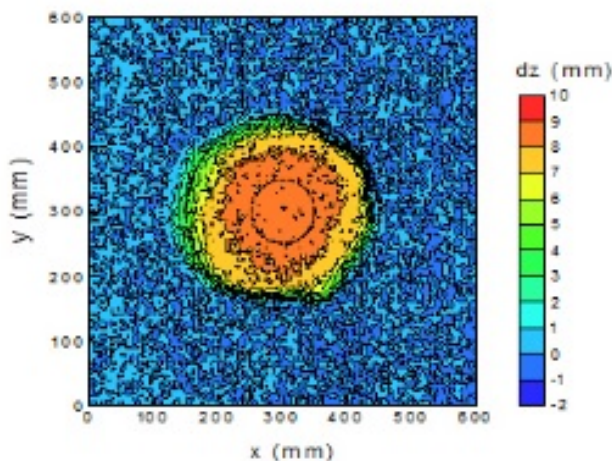
連絡先 〒204-0024 東京都清瀬市梅園 1-4-6 (独) 労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所 TEL042-491-4512



① 変位 1.1mm の時の表面変位分布



② 変位 2.1mm の時の表面変位分布



③ 変位 8.4mm の時の表面変位分布

図3 3Dレーザスキャナによる表面変位分布

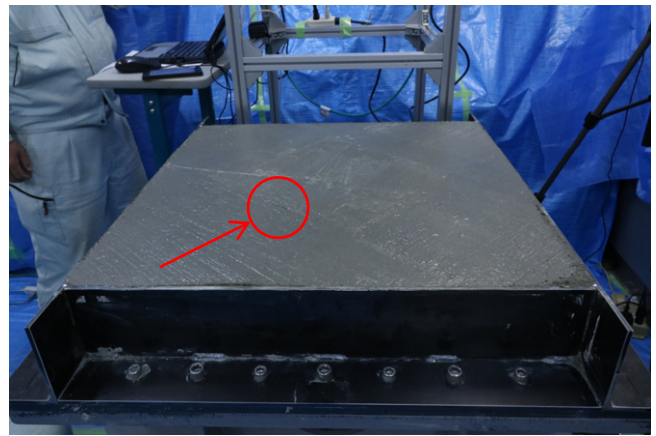
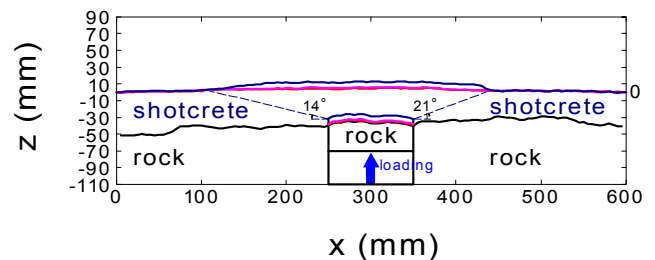


図4 クラックの発生 (変位 2.1mm の時)

図5 3Dレーザスキャナによる岩石の表面形状および
び載荷中のコンクリートの表面形状の計測結果

状は明瞭ではない. 変位 2.1mm の時になると, 表面が明らかに浮き上がっている様子が確認でき, このときに目視でも亀裂が確認できた (図4 参照). さらに載荷を進めると, 表面に見られた亀裂が繋がりはじめ, 最終的に表面の亀裂の閉合が目視にて確認されたのは, 変位約 8.4mm の時であった. このときには明瞭にコンクリート表面が直径約 300mm の円形状に浮き上がっていることが確認できる (図3③破線参照). 岩石の載荷治具の直径が 100mm であることから, 岩石の大きさに対して3倍の領域に変形を及ぼすことがわかる. このときの $y=300\text{mm}$ の zx 断面を図5に示す. 同図から, 岩石の載荷治具の左右端とコンクリート表面の変形領域の左右端を直線で結ぶとその傾きはそれぞれ 14 度と 21 度であった. これらの傾きは 45 度よりも小さく, より広範な角度でコンクリートが押し抜かれることがわかる.

4. まとめ

厚さ 50mm の 6 時間養生の若材齢コンクリートでは, わずかな荷重 385N と変位 0.34mm で脆性的に押し抜き

破壊することがわかった. ただし, 目視にて表面に亀裂が確認されたのは変位 1.1mm の時であった. 今後は, 実際の切羽に対する重力方向を一致させた状態にて押し抜き機構を検討する必要がある.

参考文献

- 1) 国土交通省関東地方整備局: 設計要領 (道路編) 平成 29 年 4 月改訂版, 第 10 章トンネル p.10-16, 2017.