

## SENS で用いる一次覆工コンクリートの付着試験

(独)鉄道建設・運輸施設整備支援機構 正会員 ○小川淳 正会員 野口守 三上美輝雄 正会員 神田大  
 (公財)鉄道総合技術研究所 正会員 津野究 正会員 焼田真司  
 (株)地域地盤環境研究所 正会員 粥川幸司

### 1. はじめに

シールドを用いた場所打ち支保システム（以後、SENS）は、シールド掘進と同時に打設する場所打ちの一次覆工コンクリートによってライニングを構築するトンネル施工法で、現在、北海道新幹線津軽蓬田トンネルで2例目の施工を行っている。SENSでは、シールドの掘進反力を場所打ちコンクリートの内型枠にとるため、必要な内型枠のリング数を決定する際にコンクリートとの付着力を考慮する必要がある。そこで、SENSにおけるコンクリートと内型枠の付着を模擬した室内試験を行い、圧縮強度と付着せん断力や押し付け荷重等との関係を把握し、内型枠設計の基礎資料とした。本稿ではこの試験結果について報告する。

### 2. 試験概要

図1に示す試験装置を使用し、長さ400mm×幅100mmの接着面を有する内型枠材料（鋼板）の上に、高さ100mmのコンクリートを直接打設し、所定の圧縮強度が発現した時点で試験を行った。試験はこの供試体に鋼板とローラーを介して、鉛直方向の押し付け荷重をかけながら水平方向に載荷して、付着破断力と摩擦抵抗力を測定した。なお、この試験方法は併進工法設計施工指針（案）<sup>1)</sup>（以後、併進指針）に準拠したものである。

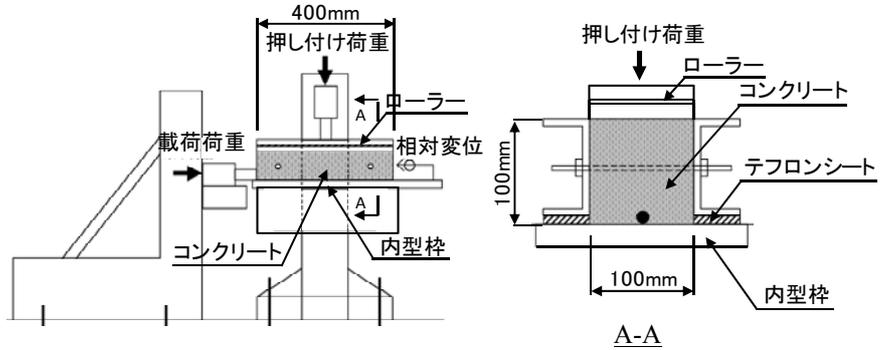


図1 試験装置概略図

表1 コンクリートの配合（単位量 kg/m<sup>3</sup>）

水	セメント	石灰石微粉末	細骨材	粗骨材	増粘剤		高性能AE減水剤		消泡剤
					①	②	①	②	
189	450	200	625	822	4.25	4.25	8.78	4.55	0.21

表2 試験ケース一覧

押し付け荷重 (MPa)	供試体圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )				
	0.5	3.0	6.0	10.0	15.0
0.13	0.5	3.0	6.0	10.0	15.0
0.31	1.0	5.0	10.0	15.0	25.0
0.44	1.5	5.0	10.0	15.0	25.0

試験に使用するコンクリートは SENS 用に開発したものである。主な要求性能として、8時間のフレッシュ性保持（50cmフロー到達時間が180秒以下）と24時間で15N/mm<sup>2</sup>以上の圧縮強度を有すること等がある。コンクリートの配合を表1に示す。また、押し付け荷重は、津軽蓬田トンネルで計測された内型枠への作用圧力から表2のように設定し、各押し付け荷重において、若材令を含む5種類の供試体圧縮強度で試験を行った。

なお、図2に示すように、この付着試験で直接得られる付着破断力（A）は、付着面全体の抵抗力である。この中には摩擦抵抗力（B）が含まれているため、この摩擦抵抗力（B）を差し引いた（A-B）がコンクリートと内型枠の付着せん断力となる。

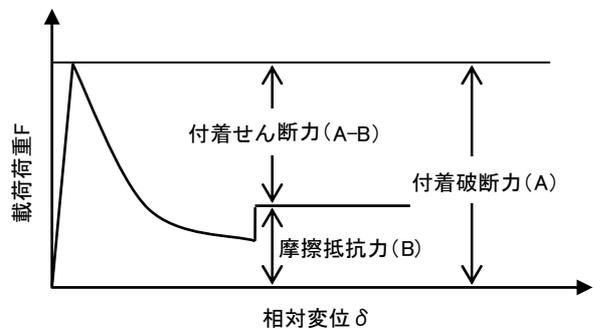


図2 付着破断力と付着せん断力の関係

キーワード SENS, 場所打ち支保システム, シールド, 付着, 若材令コンクリート, 内型枠

連絡先 〒030-0801 青森県青森市新町二丁目2番4号 TEL017-752-8141

### 3. 試験結果

#### (1) 付着破断力

図3に圧縮強度 ( $\sigma$ ) と付着破断力 (A) の関係を示す。それぞれの押付け荷重において、圧縮強度の増加に伴い、付着破断力がほぼ増加していることがわかる。図の勾配に着目すると、ややバラツキがあるものの、 $A/\sigma$  は若材令時に大きく、圧縮強度が  $10\text{N/mm}^2$  を超えると付着破断力の増加量が小さくなる傾向がみられる。また、付着破断力と押付け荷重の間に関連性はみられない。

#### (2) 摩擦抵抗力

圧縮強度 ( $\sigma$ ) と摩擦抵抗力 (B) の関係を図4に示す。摩擦抵抗力は圧縮強度にかかわらず、それぞれの押付け荷重においてほぼ一定の値であることがわかる。また、摩擦抵抗力を押付け荷重で除して得られた動摩擦係数を図5に示す。同図には、併進指針の実験結果を合わせて示した。動摩擦係数は  $0.56\sim 0.77$  で、併進指針の値 ( $0.75\sim 0.93$ ) よりやや小さい値であった。

#### (3) 付着せん断力

圧縮強度 ( $\sigma$ ) と付着せん断強度の関係を図6に示す。付着せん断強度は付着せん断力 (A-B) を付着面積で除すことにより算定できる。同図には、併進指針の実験結果を合わせて示した。付着破断力と同様に圧縮強度の増加に伴い付着せん断強度が増加していることがわかる。付着せん断強度の増加量は若材令時に大きく、圧縮強度が  $10\text{N/mm}^2$  を超えると小さくなる傾向がみられる。また、付着せん断強度と押付け荷重の間に関連性はみられない。

### 4. おわりに

今回実施したコンクリートの付着試験により、現在 SENS で使用しているコンクリートの圧縮強度と内型枠との付着強度特性を把握するとともに、併進指針の実験結果との比較ができた。今後、コンクリートの若材令時の強度特性と実トンネルの施工情報（施工サイクル、ジャッキ推力等）とを用いた内型枠の付着解析を行い、内型枠に作用している応力や必要な内型枠の数量評価等を行いたいと考えている。

#### 参考文献

1)日本鉄道建設公団：併進工法設計施工指針（案）山岳トンネル編 pp.235-241, 1994.

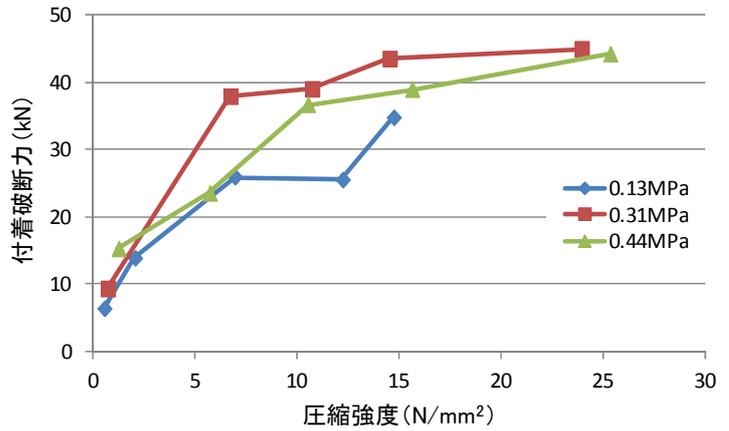


図3 圧縮強度－付着破断力関係

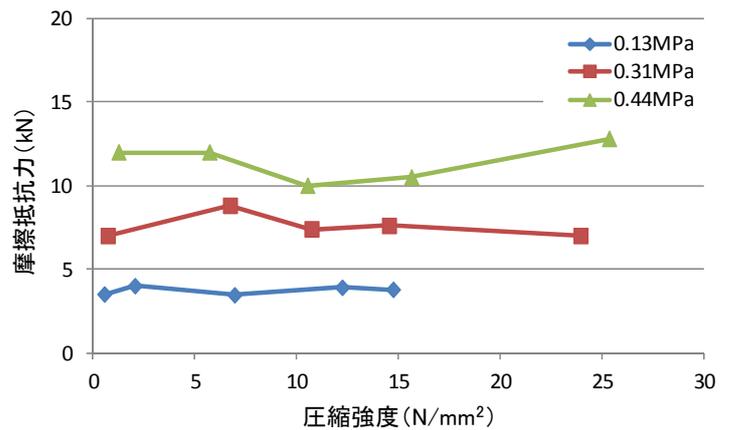


図4 圧縮強度－摩擦抵抗力関係

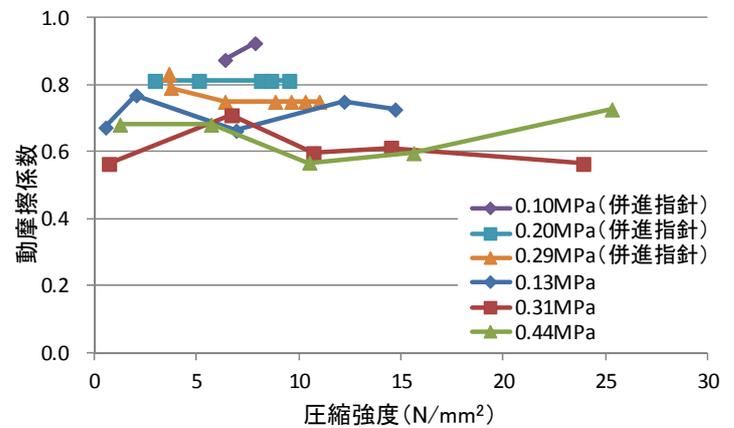


図5 圧縮強度－動摩擦係数関係

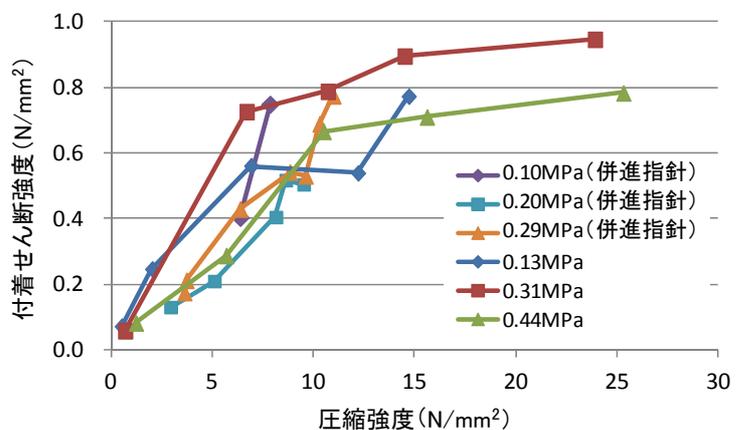


図6 圧縮強度－付着せん断強度関係