

シーリング材の劣化がコンクリートとの界面の物質移動性に及ぼす影響

徳島大学大学院 賛助会員 ○富永雄悟 徳島大学大学院 正会員 塚越雅幸
徳島大学 賛助会員 松本望 徳島大学大学院 正会員 上田隆雄

1. はじめに

高い止水性、変形性を有するシーリング材はひび割れ誘発目地や部材間のジョイント部に充填され、止水性や気密性を確保するために使用される。前報では、シーリング材の施工不具合が被着体との接着力と、水分の浸透抑制効果も低下することを明らかにしたり。本研究ではシーリング材の劣化がコンクリートとの界面（以下、界面部）の物質移動性に及ぼす影響について、簡易透気試験によって検討を行った。

2. 実験概要

2.1 試験体の作製 ①**ダンベル試験体** シーリング材を厚さ 2 mm のシート状に打設し、実験室内 ($20 \pm 5^\circ\text{C}$, $60 \pm 10\% \text{R.H.}$) で 28 日間気中養生した。養生後、JIS K 6251 に規定されているダンベル 3 号形で成形した。試験には、ウレタン系とシリコン系の 2 種類の市販のシーリング材を使用した。

②**シーリング材の接着性評価試験体** 試験体を図 - 1 に示す形状で作製した。被着体のモルタルの配合条件は $W/C=55\%$, $S/C=240\%$ とし、型枠に打設後、翌日に脱型し 28 日間水中養生、その後 2 週間実験室内で乾燥させた。このモルタル 2 枚の間の中央部に 50 mm の長さでシーリング材を施工した。

③**界面部の物質移動性評価試験体** 図 - 2 に示すような $100 \times 100 \times 200 \text{ mm}$ の RC 試験体のコーナー部（打設時底面）に、 $20 \times 20 \text{ mm}$ 断面の切り欠きを試験体の長手方向に設けた。コンクリートの配合条件は $W/C=55\%$ とし、両端部 40 mm を絶縁処理した D13 鉄筋を所定の位置に埋設した。コンクリートの打設、養生条件は②と同条件であり、切り欠き部分にシーリング材を施工した。シーリング材施工後、暴露面以外をエポキシ樹脂にて絶縁塗装した。なお、シーリング材を施工しないコンクリート単体の試験体では切り欠きを設けていない。

2.2 促進劣化試験 ①**温熱劣化試験** 各試験体のシーリング材養生後、夏季の強い日射と雨水の影響を想定し、試験体を 50°C の温水に 1000 時間浸漬させる促進劣化試験を行った。

②**疲労劣化試験** 目地の伸縮を想定し、シーリング幅の 20 % (4 mm) の引張変形を 1 万回繰り返し与える疲労劣化試験を行った。なお、シーリング材端部に応力集中しないよう端部を R 状に切り抜き処理した。

2.3 評価試験 ①**ダンベル物性試験** JIS K 6251 に準拠し、試験片両端を引張試験機に取り付け、引張速度 500 mm/min で引っ張り、シーリング材が破断するまでの荷重と変位を記録した。

②**接着性評価試験** JIS A 1439 に準拠し、試験体のモルタルを引張試験機に取り付け、引張速度 5.5 mm/min で引っ張り、シーリング材が破壊するまでの荷重と変位を記録した。

③**界面部の物質移動性評価試験** コンクリート表面の含水率が $5.0 \pm 0.5\%$ になるように恒温乾燥炉内 (40°C , $60 \pm 10\% \text{R.H.}$) にて調整し、写真 - 3 に示すように暴露面のシーリング材からコンクリート側へ 5 mm の位置に先端を加工したシリンダーを配置し、周りをパテでシールし、ピストンを引きストッパーで固定することで内部を減圧させた。減圧中のシリンダー内部の圧力を記録し、圧力の経時変化の傾きで透気性を相対比較した。その後、暴露面から NaCl 溶液を浸透させるため、試験体を 5% NaCl 溶液への浸漬、実験室内での乾燥環境で保管し、電気化学的鉄筋腐食指標（分極抵抗）を測定した。

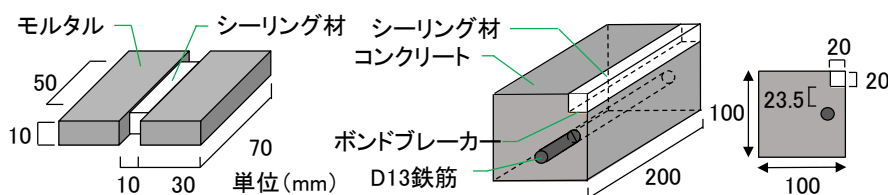


図-1 接着性試験体形状

図-2 物質移動抵抗性試験体形状

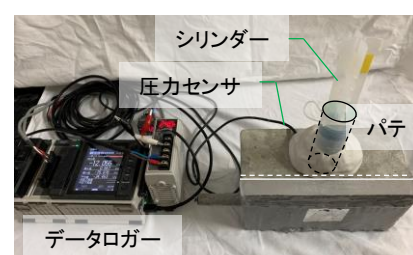


写真-3 簡易透気試験の様子

3. 実験結果

3.1 各種劣化によるシーリング材表面の変化

各種劣化後のウレタン試験体表面の様子を写真 - 2 に示す。温熱劣化後のウレタン表面が膨張や軟化が見られ、シリコンでは試験体 3 体中 2 体が界面部で剥離した。疲労劣化後には一部の試験体で部分的な界面剥離やしわが発生した。

3.2 各種劣化がシーリング材の物性値と接着性に及ぼす影響

シーリング材の伸びと引張応力を図 - 3 に示す。温熱劣化により、ウレタンは引張強度が約 50 % 低下し、シリコンは弾性係数が低下し、見かけの伸び率は増加した。

シーリング材とモルタル被着体との付着力を図 - 4 に示す。温熱劣化により、付着力はウレタンで約 28 %, シリコンで約 72 % 低下した。また、疲労劣化により、ウレタンで約 14 %, シリコンで約 5 % 低下したが弾性係数に大きな変化は見られなかった。シリコンにおいて、シーリング材の引張力はほとんど低下していないが、付着力の大幅な低下が見られた。なお、全ての試験体でシーリング材と被着体との界面で剥離破壊した。

3.3 各種劣化が界面部の透気性に及ぼす影響

シリンダー内の圧力の経時変化を図 - 5 に示す。試験開始時、シリンダー内部は約 80 kPa で減圧されるが、コンクリート面より空気がシリンダー内に流入し圧力は徐々に小さくなる。健全なシーリング材が施工された試験体はコンクリート単体の試験体と比較してグラフの傾きが小さくなっており、シーリング材が高い気密性を有していることを表している。しかし、温熱劣化や疲労劣化した試験体は、劣化なし試験体と比較するとグラフの傾きが大きくなった。これは、界面部分のシーリング材の変形や剥離などにより物質移動抵抗性が低下したため、界面部分を気体が通過しやすくなってしまったためだと考えられる。

3.4 各種劣化がコンクリート内部の鉄筋腐食に及ぼす影響

ウレタン試験体の分極抵抗の経時変化を図 - 6 に示す。コンクリート単体や温熱劣化させた試験体では、劣化なし試験体と比較して低い抵抗値を示している。また、温熱劣化させた試験体ではコンクリート単体試験体と同程度の値を推移していることから、より多くの NaCl 溶液が浸入しているものと考えられる。

4. まとめ

劣化によりシーリング材の物性の変化が小さくても、被着体との接着力や、界面部の物質移動抵抗性が低下しているケースが見られた。そのため、コンクリート内部へ界面を沿って劣化因子が侵入してしまう危険性が懸念され、今後はシーリング材と被着体との関係性についての検討の必要があるのではないかとと思われる。

参考文献 1) 富永雄悟, 塚越雅幸, 中山一秀, 上田隆雄: コンクリートへのシーリング目地の付着力と界面からの物質移動, コンクリート工学年次論文集, Vol.40, pp. 549-554, 2018.

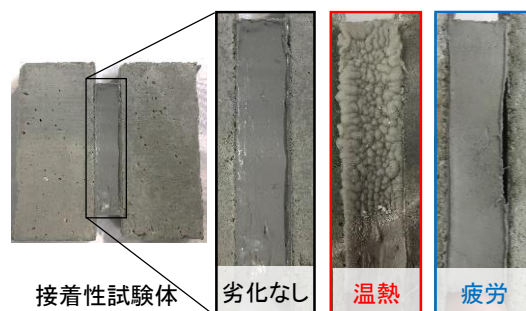


写真-2 各種劣化後のシーリング材表面の様子

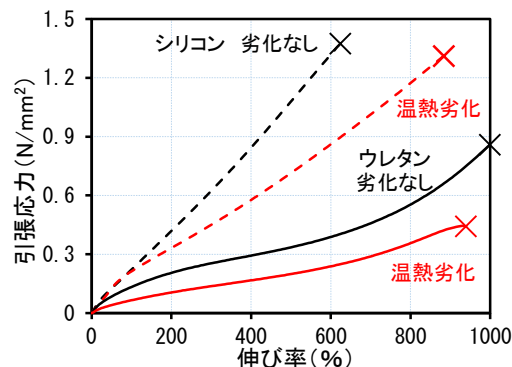


図-3 劣化による物性の変化

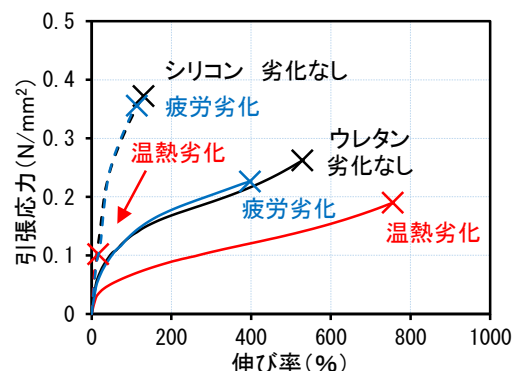


図-4 シーリング材の接着性の比較

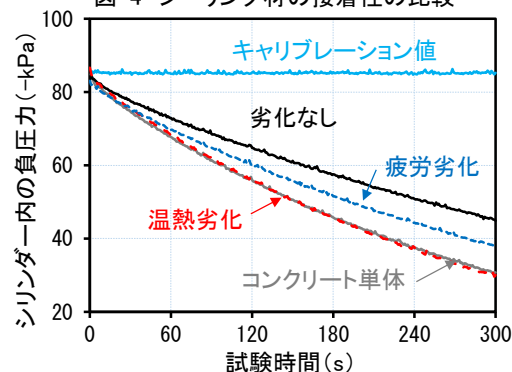


図-5 透気性の比較(ウレタン)

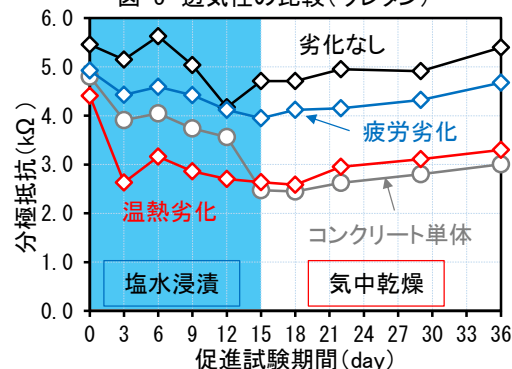


図-6 内部の鉄筋腐食に及ぼす影響