

低温硬化性に優れ，伸縮疲労を含む複合劣化に強いシーリング材の開発
 Development of a fast curing at low temperature and high multifactorial degradation
 including fatigue cycle durable silicone sealant

○西谷啓太郎*，上條達幸**，松田展也**，森 丈久***

○NISHIYA Keitaro, KAMIJO Tatsuyuki, MATSUDA Noriya, MORI Takehisa

1. はじめに

農業用水路の補修改修工事は，一般的に非かんがい期に設定されるため冬期に行われることが多い。このため，水路目地の施工に際して，低温下で施工された 1 成分形のシーリング材においては，シーリング材の硬化速度の遅さに起因する背面水によるシーリング材の膨れ，施工面からの水の滲み出しなどの不具合の発生事例が見られる。そこで本報では，水路用目地材として開発した 3 成分形シリコーン系シーリング材（以下「SR-3」と記す）の低温硬化性について，既存の各種目地材との比較による評価試験の結果について報告する。

また，開水路目地において想定される動的疲労，および熱と水による複合劣化に対する耐久性を評価するために実施した複合劣化促進試験の結果，ならびに SR-3 が既存の目地充填材より優れた耐久性を有することを立証するための評価方法について検討した結果を報告する。

2. 試験概要

SR-3 と水路目地材として使用実績の多い 1 成分形ポリウレタン系土木用シーリング材（以下「PU」と記す）ならびに 1 成分形シリコーン系シーリング材（以下「SR-1」と記す）を用いて，目地（幅 15mm，深さ 30mm）を模したウレタンフォームブロックに充填し，寒冷地での冬期施工を想定した -10°C での低温硬化性スクリーニング試験を行った。併せて，JISA1439「建築用シーリング材の試験方法」に準じて，ISO 型モルタル試験体による -10°C 養生での引張接着試験を行った。

また，複合劣化促進試験では JISA1439 に準拠した H 形試験体を用いて， 80°C 温水浸漬 1 週間または 2 週間の促進劣化条件と，さらに伸縮量 $\pm 20\%$ で 1 万回または 2 万回の疲労サイクルによる促進劣化条件を組み合わせる引張特性の評価を行った。なお，この試験では，参考までに低モジュラスタイプの 2 成分形シリコーン系シーリング材（以下「SR-2」と記す）についても追加評価を行った。

3. 結果および考察

-10°C 24 時間後の低温硬化性スクリーニング試験結果の 1 例を図 1 に示す。SR-3 は内部まで硬化してタックフリーの状態となっており，カッターによりブロックと SR-3 をきれいに切り取ることができた。しかし，他のシーリング材は内部が未硬化の状態であった。ISO 型試験体による -10°C 養生での引張接着試験の結果を表 1 に示す。SR-3 の引張強さは施工 1 日後には $0.24\text{N}/\text{mm}^2$ に達しており，他のシーリング材が内部未硬化に留まる中で優

*モメンティブ・パフォーマンス・マテリアルズ・ジャパン合同会社，Momentive Performance Materials Japan LLC **田中シビルテック株式会社，Tanaka Civil Tec. Corporation，***石川県立大学，Ishikawa Prefectural University

キーワード：シリコーン，シーリング材，低温硬化性，耐水性，耐熱性，耐疲労性，目地充填工法

れた低温硬化性を有していることが分かる。なお、SR-3 低温硬化性については、H30 年度冬期に SR-3 を施工した東北地方の現場で、シーリング材の膨れや水の滲み出しが従来品と比べ非常に少なかったことから確認されている。

次に複合劣化促進試験の結果を表 2 に示す。なお、シーリング材の標準養生は、その硬化速度の違いを考慮して 1 成分形で 23℃ 28 日、多成分形で 23℃7 日養生後 30℃7 日養生とした。標準養生後の動的疲労試験の結果では、疲労サイクル数に関係なく、いずれのシーリング材も引張特性がさほど低下しないことが明らかになった。また、80℃ 温水浸漬 14 日後の試験結果では、全てのシーリング材において引張特性の低下が認められたが、シリコン系の SR-3 と SR-2 の低下度合いは比較的小さく、温水浸漬による複合劣化に対する抵抗性が高いことが分かった。さらに、80℃ 温水浸漬 14 日後に動的疲労試験を行った結果では、1 成分形シーリング材の伸びおよび引張強度は多成分形と比べて極端に低下しており、SR-1 では亀裂の発生も確認された。

今回の試験結果から、水路目地に用いるシーリング材の耐久性評価においては、動的疲労試験の実施に際して、温水浸漬を組み合わせた複合劣化促進試験による評価が有効であることが分かった。今後、紫外線劣化を絡めた評価試験を行い、開発したシーリング材の総合的な耐久性評価を行っていく予定である。

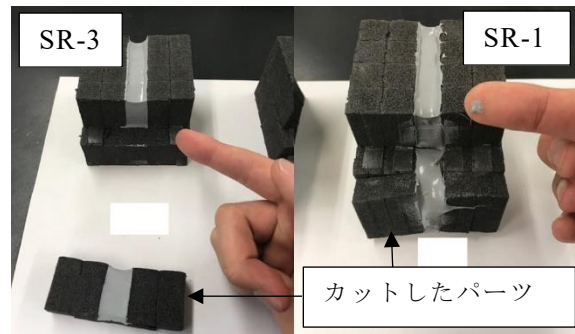


図 1 -10℃スクリーニング試験
Fig.1 -10degC curing screening test

表 1 -10℃養生引張特性
Table.1 Tensile strength at -10degC

シーリング材		SR-3	SR-1,PU
養生期間	日	1	7
養生温度	℃	-10	
M50	N/mm2	0.059	0.16
伸び	%	720	240
引張強さ	N/mm2	0.24	0.32
CF(凝集破壊)	%	100	100
TCF(薄層破壊)	%	0	0
AF(接着面破壊)	%	0	0

未硬化

表 2 複合劣化促進試験
Table.2 Multifactorial aging test

シーリング材	SR-3						SR-2					
	標準養生 (a)			(a)+80℃温水浸漬14日			標準養生 (a)			(a)+80℃温水浸漬14日		
疲労サイクル数	0	1万	2万	0	1万	2万	0	1万	2万	0	1万	2万
M50 (N/mm2)	0.36	0.30	0.29	0.14	0.13	0.14	0.12	0.10	0.10	0.10	0.12	0.12
伸び (%)	190	240	210	230	350	190	990	880	940	1340	1150	1120
引張強さ (N/mm2)	0.71	0.67	0.64	0.39	0.53	0.36	0.35	2.26	0.27	0.32	0.33	0.35
CF (%)	100	100	100	32	100	45	10	5	5	0	10	10
TCF(薄層破壊)(%)	0	0	0	68	0	50	90	95	95	100	90	90
AF(接着面破壊)(%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

シーリング材	PU						SR-1					
	標準養生 (a)			(a)+80℃温水浸漬14日			標準養生 (a)			(a)+80℃温水浸漬14日		
疲労サイクル数	0	1万	2万	0	1万	2万	0	1万	2万	0	1万	2万
M50 (N/mm2)	0.31	0.25	0.24	0.02	0.06	0.05	0.45	0.42	0.42	0.23	0.13	0.12
伸び (%)	760	790	790	30	140	120	480	420	410	180	110	80
引張強さ (N/mm2)	0.93	0.90	0.92	0.03	0.07	0.06	1.53	1.42	1.43	0.37	0.2	0.13
CF (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	18	7	18
TCF(薄層破壊)(%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55	47	55
AF(接着面破壊)(%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	46	27