

強度発現性，耐水・耐熱性に優れたシリコン系シーリング材の開発 Development of a fast strength expression and high hot water 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

農業用水路の目地充填材としては，その使い易さと経済性の観点から，1成分形のポリウレタン系シーリング材が多く使用されている。しかし，1成分形シーリング材は，その硬化特性として，強度発現性と深部硬化性が遅いという課題がある。また，ポリウレタン系シーリング材に代表される既存の各種目地充填材は，長期間にわたる水没，太陽光による紫外線と熱，さらにはアルカリ成分や伸縮繰り返しの作用に晒されると，その性能が大幅に低下する傾向にある。このため，開水路補修における目地充填工法の期待耐用年数は，他の補修工法（無機系表面被覆工法等）の年数と比較して半分以下の設定となっている。そこで，冬季施工においても強度発現性と深部硬化性が早く，さらに水路目地特有の厳しい施工および供用条件において優れた耐久性を発揮できる目地充填材の開発に着手した。

本報では，新たに開発した多成分形シリコン系シーリング材の低温硬化性と耐久性に関する評価試験結果について，その一部を報告する。

2. 試験概要

開発品の多成分形シリコン系シーリング材（以下 SR-X）と農業用水路目地材として施工実績の多い1成分形ウレタン系土木用シーリング材（以下 PU）を用い，低温硬化性試験と50℃温水浸漬耐久性試験を行った。低温硬化性試験では，JISA1439「建築用シーリング材の試験方法」を参照し，ISO型モルタル試験体による5℃養生での引張特性を測定した。また，シーリング材の深部硬化性を確認するため，50ccポリカップ容器内にシーリング材を充填し，5℃養生における表面からの“見掛け硬化深さ”（注）を測定した。

（注）見掛け硬化；シーリング材の硬化反応が進み，流動性が消失して固形化している状態

50℃温水浸漬耐久性試験は，耐水性，耐熱性，耐アルカリ性を複合的に評価するために実施した。ISO型モルタル試験体を用い，20℃7日間の初期養生を行った後，50℃温水中に試験体を6か月間浸漬し，JISA1439による引張特性を測定した。

3. 結果および考察

低温硬化性試験の結果を表1に示す。PUは1成分形シーリング材の典型的な硬化特性を示しており，施工後数日間は強度発現が殆ど無い状態が続き，5℃7日後の強度発現率はM50（50%モジュラス）が標準養生時の50%強，引張強さが30%程度であった。また，深部硬化性の試験では，PUの表面からの見掛け硬化深さは，5℃7日後で7mm程度となった。これらの試験結果から，冬季施工で目地充填（通常 t=15～20mm）されたPUが内部まで見掛け硬化するためには，1か月程度の期間を要するものと推察され，この期間中に作用する目地の伸縮挙動や背面水による性能の低下が懸念される。他方，SR-Xは一般的に硬化

*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：シリコン，シーラント，強度発現性，耐水性，耐熱性，目地充填工法

が早いとされている多成分形のシーリング材であり、さらに低温下でも内部硬化が速やかに完了するように架橋成分を調整したものである。その結果、強度発現率は 5℃3 日後の M50 が 50%強, 7 日後が 80%弱となっており、PU と比較して強度発現性が大幅に改善されている。また、深部硬化性試験では、1 日でカップ底部に達する硬化速度を発揮し、PU より硬化期間が大幅に短縮できる可能性がある。

次に、表 2 に 50℃温水浸漬耐久性試験の結果を示す。PU の M50 は、浸漬が 4 週間を超えると急激に低下し、中モジュラスから低モジュラスの領域に変位している。伸びと引張強さについては、浸漬後 4 週間前後で明確な低下が生じており、破壊形態においては浸漬後早い段階から薄層破壊 (TCF) への移行が認められる。他方、SR-X の M50 は、浸漬時間の経過とともに穏やかに上昇しており、これに伴って伸びの低下傾向が認められる。しかし、浸漬 6 か月後においても中モジュラスの領域に収まっており、引張強度と破壊形態の変化はほとんど生じていない。

ここで、浸漬 6 か月の引張試験後供試体の外観写真を図 1 に示す。PU は、表面に無数の細孔が形成されてスポンジ状を呈しており、破壊状態も接着界面付近となっている。したがって、長期間の温水浸漬により、可塑剤の溶出等が生じ、シーリング材の内部劣化が進行したものと推測される。これに対して SR-X は、浸漬前と同様に緻密で均質な外観を呈しており、破壊形態もシーリング部材で破断 (CF) している。

以上のように、開発品の多成分形シリコーンシーラントは、低温硬化性や長期間の耐水性、耐熱性、および耐アルカリ性において優れた性能を有していることが確認できた。なお、本開発品については、現在も耐久性に関する諸性能を検討・評価中であり、今後、機会があれば報告したいと考えている。

表 1 低温硬化性試験結果

Table.1 Low temperature curability test result

SR-X 物性値		標準養生	5℃1日	5℃3日	5℃7日
評価項目					
M50	MPa	0.22	0.036	0.12	0.17
伸び	%	260	600	330	300
引張強さ	MPa	0.51	0.1	0.32	0.42
CF	%	100	100	100	60
TCF	%	0	0	0	40
AF	%	0	0	0	0
M50発現率*1	%	-	16	55	77
見掛け硬化深さ	mm	-	65*2	65*2	65*2
PU 物性値		標準養生	5℃1日	5℃3日	5℃7日
評価項目					
M50	MPa	0.19	検知不能	0.013	0.1
伸び	%	870	検知不能	1042	770
引張強さ	MPa	0.63	検知不能	0.091	0.19
CF	%	80	未硬化	未硬化	未硬化
TCF	%	20	未硬化	未硬化	未硬化
AF	%	0	未硬化	未硬化	未硬化
M50発現率*1	%	-	0	7	53
見掛け硬化深さ	mm	-	0	2	7

*1標準養生品物性との比較 *2 ホリカップ底部到達

表 2 50℃温水浸漬耐久性試験結果

Table.2 50℃ hot water durability test result

SR-X 物性値		標準	1週間	2週間	4週間	2か月	4か月	6か月
浸漬期間								
M50	MPa	0.22	0.22	0.23	0.24	0.27	0.27	0.28
伸び	%	260	230	260	210	180	180	170
引張強さ	MPa	0.51	0.53	0.51	0.5	0.49	0.5	0.49
CF	%	100	100	100	98	97	100	100
TCF	%	0	0	0	2	3	0	0
AF	%	0	0	0	0	0	0	0
PU 物性値		標準	1週間	2週間	4週間	2か月	4か月	6か月
浸漬期間								
M50	MPa	0.19	0.19	0.16	0.23	0.14	0.12	0.11
伸び	%	870	810	850	610	640	870	590
引張強さ	MPa	0.63	0.67	0.61	0.38	0.36	0.38	0.26
CF	%	80	33	3	0	0	5	0
TCF	%	20	51	95	97	83	88	80
AF	%	0	16	2	3	17	7	20

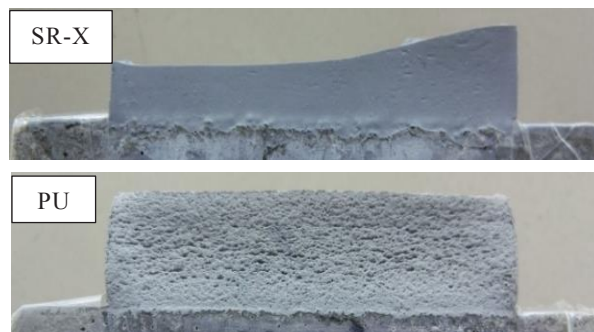


図 1 50℃温水 6 か月浸漬・引張試験後外観
Fig.1 Appearance after 50℃hot water for 6months
ageing and tensile property test