

駅舎等建物におけるシーリング材の劣化度評価に関する研究
その4 計測手法の精度検証について

正会員 ○青山 瑠衣*
同 町野 東彦*
同 岸元 孝之*

シーリング材 防水材料 QWD
鉄道駅 メンテナンス ファシリティマネジメント

1 研究の背景と目的

建築用シーリング材は、外壁の水密性・気密性を確保するために重要な役割を担っており¹⁾、シーリング材の劣化により漏水や外壁材の落下を引き起こす可能性がある。駅舎等の鉄道に関わる建物は、鉄道に近接していることから足場仮設による全面的な改修や詳細な検査が容易ではないため、夜間の短時間での計測など簡易かつ客観的な劣化度評価手法の確立が求められている。既報^{2) 3)}では、表面状態と損傷深さの相関を明らかにし、画像認識AIによるQWD値推定の可能性を示した。前報その3⁴⁾では、クラックゲージ及びクラックテスターによる従来の計測手法の妥当性を検証した。しかし、損傷深さ(D値)の計測は依然として難易度が高く、特にクラックの視認性が低い場合には測定誤差が大きくなる課題が残されている。そこで、本報その4では、浸水経路等を特定する際に用いられる蛍光漏洩検査剤とブラックライトを用いてクラック内部の視認性を向上させることで、クラック幅及び損傷深さの計測精度を高めると考察した。

この手法を用いて実建物から採取したシーリング材 60 箇所を対象に、ブラックライト照射下でのクラック幅及び損傷深さ計測を実施し、有効性の検証を報告する。

2 調査概要

2.1 試料の採取

本研究では、経年 24 年の建物の外壁目地から切取ったシーリング材 60 箇所の損傷部位を計測し、評価した。採取した試料は、劣化が視認できる箇所を中心に選定した。

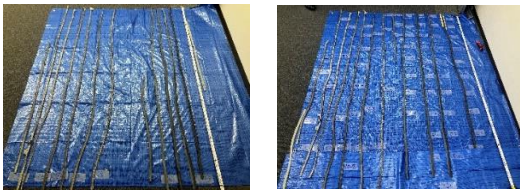


図1 採取したシーリング材

2.2 計測対象

各試料についてクラック幅と損傷深さを計測した。既報では、クラック幅についてはクラックゲージ、損傷深さについてはクラックテスターを用いて計測していたが、本報ではブラックライト照射下での視認性向上を図り、より精度の高い計測を試みた。ブラックライト照射によ

り、シーリング内部のクラック境界が蛍光反応によって強調され、損傷深さ方向の視認性が向上することを期待した。

3 計測方法

3.1 ブラックライト照射方法

調査は暗室環境で実施し、外光の影響を排除して行った。劣化が視認できた 60 箇所の損傷部位を対象として、蛍光漏洩検査剤を試料に塗布した。一般的な調査を想定して圧入はせず、常圧で刷毛塗り浸水させた。塗布から 30 分経過後に計測を実施した。

表1 機器の仕様

ブラックライト	紫外線強度：9,000 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 照射範囲： $\Phi 13\text{cm}$
蛍光漏洩検査剤	水溶性蛍光漏洩検査剤 色：青白蛍光色

表2 照射条件

照射距離	20cm
照射角度	45°
環境	暗室環境

3.2 クラック幅の計測方法

クラック幅の計測は既報で採用しクラックゲージによる計測とした。また、既報と同様に劣化度の評価(W値)は、JISA1439-2022⁵⁾に準拠して各々0から5までの6段階で評価した。

3.3 損傷深さの計測方法

損傷深さについては、ブラックライト照射下でクラック内部の蛍光境界を確認するため、試料断面を切取り、断面部分にブラックライトを照射し、損傷深さ方向を計測した。また、既報で採用したクラックテスターによる計測値と比較し誤差を示した。劣化度の評価(D値)は、JISA1439-2022²⁾に準拠して各々0から5の6段階で評価した。

4 調査結果

4.1 クラック幅の計測結果

ブラックライト照射により、クラック開口部の境界が明瞭となり、従来手法よりもクラック幅の判別が容易になった。特にクラック幅が0.1mm以下の微細なクラックにおいて、視認性の向上が顕著であった。(図2)



図2 クラック幅の計測

4. 2 損傷深さの計測結果

損傷深さ方向の蛍光境界が確認できた試料は60箇所中60箇所であり、従来手法よりも損傷深さの読み取りが安定した。損傷深さ計測値の平均誤差は0.33mm程度であった。それぞれの劣化度の評価値（D値）の平均誤差は0.13程度であった。（表2）

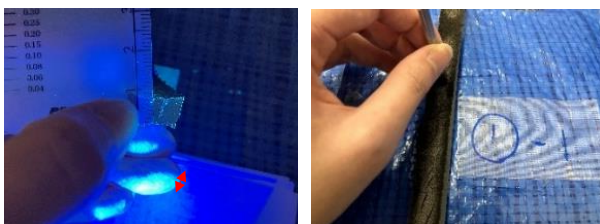


図3 損傷深さの計測

表2 クラック幅・損傷深さの計測値及び劣化度評価値（W値・D値）

No.	シーリング材		W値		D値				誤差	
	幅 (mm)	厚さ (mm)	評価値	クラック幅 (mm)	評価値	損傷深さ (mm) (ブラックライト)	評価値	損傷深さ (mm) (クラックテスター)	評価値	実測値 (mm)
1	16	15	3	0.45	3	3	3	2	0	1
2	16	15	5	1.5	4	5	4	5	0	0
3	16	15	4	0.85	4	5	3	2	1	3
4	16	15	4	0.6	3	2	3	2	0	0
5	16	15	4	1	4	5	3	2	1	3
6	16	15	4	0.6	3	3	3	2	0	1
7	16	15	4	0.5	4	4	3	2	1	2
8	16	15	3	0.45	3	3	2	1	1	2
9	16	15	5	1.4	4	5	2	1	2	4
10	19	19	3	0.25	3	3	3	3	0	0
11	19	19	3	0.15	2	1	2	1	0	0
12	19	19	4	0.5	4	5	3	3	1	2
13	19	19	4	0.5	4	4	4	4	0	0
14	19	19	3	0.45	4	4	4	4	0	0
15	19	19	3	0.15	2	1	2	1	0	0
16	19	19	3	0.2	2	1	2	1	0	0
17	19	19	3	0.3	3	3	3	3	0	0
18	19	19	3	0.2	2	1	2	1	0	0
19	19	19	3	0.3	3	3	3	3	0	0
20	19	19	4	0.55	3	3	3	3	0	0
21	19	19	3	0.35	3	3	3	2	0	1
22	19	19	3	0.15	2	1	2	1	0	0
23	19	19	3	0.15	2	1	2	1	0	0
24	19	19	3	0.1	1	0	1	0	0	0
25	19	19	3	0.2	3	2	3	2	0	0
26	19	19	3	0.25	2	1	2	1	0	0
27	19	19	4	0.65	4	4	4	4	0	0
28	19	19	3	0.2	2	1	3	2	-1	-1
29	19	19	2	0.08	2	1	2	1	0	0
30	19	19	3	0.25	3	2	3	2	0	0
31	19	19	3	0.2	2	1	2	1	0	0
32	19	19	4	0.5	3	3	3	3	0	0
33	19	19	3	0.3	3	2	3	2	0	0
34	19	19	3	0.2	3	2	3	2	0	0
35	19	19	4	0.6	4	4	4	4	0	0
36	19	19	3	0.15	2	1	2	1	0	0
37	19	19	3	0.2	3	2	2	1	1	1
38	19	19	3	0.2	2	1	2	1	0	0
39	19	19	2	0.08	2	1	2	1	0	0
40	19	19	3	0.1	2	1	2	1	0	0
41	14	9	3	0.15	2	1	2	1	0	0
42	14	9	3	0.2	3	2	2	1	1	1
43	14	9	3	0.15	2	1	2	1	0	0
44	14	9	3	0.25	2	1	2	1	0	0
45	14	9	3	0.2	3	2	3	2	0	0
46	14	9	3	0.15	2	1	2	1	0	0
47	12	8	3	0.15	3	2	3	2	0	0
48	12	8	3	0.3	3	2	3	2	0	0
49	12	8	2	0.08	2	1	2	1	0	0
50	12	8	2	0.08	2	1	2	1	0	0
51	12	8	2	0.06	2	1	2	1	0	0
52	12	8	3	0.35	3	2	3	2	0	0
53	12	8	3	0.3	3	3	3	3	0	0
54	15	9	2	0.08	2	1	2	1	0	0
55	14	9	3	0.2	3	2	3	2	0	0
56	14	9	3	0.15	2	1	2	1	0	0
57	14	9	3	0.15	2	1	2	1	0	0
58	14	9	3	0.25	2	1	2	1	0	0
59	14	9	3	0.45	3	2	3	2	0	0
60	14	9	3	0.2	2	1	2	1	0	0

4. 3 クラック幅と損傷深さの関係

損傷深さとクラック幅の関係を分析した。その結果を図4、図5に示す。既報その1²⁾で示した「W値とD値の相関（ $r=0.70$ ）」と比較するとブラックライト計測による損傷深さ計測値を用いた場合、劣化度評価値であるW値とD値の相関係数は $r=0.68$ であった。しかし、クラック幅と損傷深さの実測値については $r=0.83$ と向上した。これは、損傷深さ計測の精度向上が相関分析にも良い影響を与えたことを示している。

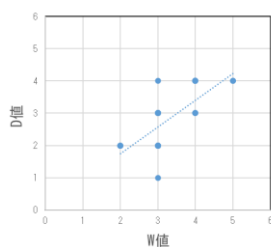


図4 劣化度評価値
D値とW値の相関

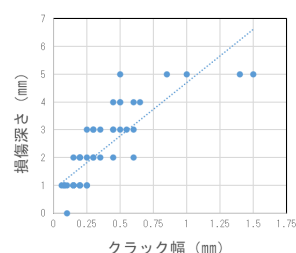


図5 損傷深さと
クラック幅の相関

5 考察

既報その2³⁾で報告した画像認識 AI に対し、ブラックライト画像を教師データとして追加することで、深さ推定の精度があがることがわかった。

6 むすび

本報では、ブラックライトを用いたシーリング材のクラック幅及び損傷深さの計測手法の有効性を検証した。その結果、以下の知見が得られた。

- (1) ブラックライト照射により、蛍光境界が明瞭となり、深さ方向の境界が従来よりも正確に把握できた。
- (2) 従来のクラックテスターによる計測では境界の判別が困難な箇所でも、ブラックライト照射により境界が視認でき、測定誤差が減少した。
- (3) クラック幅と損傷深さの相関が強まり、推定式の精度が向上した。
- (4) 今後のAI 推定モデルの精度向上に寄与する可能性が高い

今後は、試料数のさらなる拡大や、異なるシーリング材種別での検証を進め、現場での簡易検査手法としての実用化を目指していきたい。

【参考文献】

- 1) 伊藤、竹本、田中：防水上の観点からの損傷の深さ測定による建築用シーリング材の耐候性評価法の提案，日本建築学会構造系論文集，第686号，p657-664，2013
- 2) 青山、池田、町野、古谷、青山：駅舎等建物におけるシーリング材の劣化度評価に関する研究その1 シーリング材劣化度評価とその傾向について，日本建築学会学術講演梗概集，2024号，p167-168，2024
- 3) 古谷、青山、青山、池田：駅舎等建物におけるシーリング材の劣化度評価に関する研究その2 画像認識 AI による劣化度の推定，日本建築学会学術講演梗概集，2024号，p169-170，2024
- 4) 青山、町野：駅舎等建物におけるシーリング材の劣化度評価に関する研究その3 劣化度評価の妥当性について，日本建築学会学術講演梗概集，2025号，p367-368，2024
- 5) JIS A 1439-2022 建築用シーリング材の試験方法