

ウレタンゴム系防水材料の塗膜厚さ管理基準に関する一提案

ウレタン防水 塗膜厚さ 管理基準

正会員 ○山宮輝夫*1 正会員 田中享二*2
同 竹本喜昭*3 同 渡辺 光*4
同 小関晋平*5 同 鈴木 博*6
同 島村浩之*7 同 田中基樹*8

1. はじめに

ウレタンゴム系防水材料は、液体状の材料を屋根面に塗布し、硬化することで継ぎ目のない防水層を構築する。この防水層の塗膜厚さは、防水の観点から極めて重要である。ところが、現状の施工における塗膜厚さは、単位面積あたりの塗布量を管理することで代替されている。本来は、実際の塗膜厚さを管理することが必要であるが、明確な管理基準が存在しない。また、下地の平滑度の影響が大きいことも管理面での重要な問題でもある。そこで筆者らは、防水工事運営委員会・塗膜厚さを基としたウレタン防水層仕様書のあり方検討WGで議論を重ね、塗膜厚さを基としたウレタン防水工事仕様書について内容を報告した¹⁾。本報では、ウレタンゴム系防水材料の塗膜厚さの管理基準について検討したので報告する。

2. ウレタンゴム系防水材料の管理基準

2.1 管理基準の提案

日本建築学会建築工事標準仕様書・同解説、防水工事(JASS8)では、ウレタンゴム系防水材料の標準仕様における塗膜厚さを平均 3mm としている。塗膜厚さ 3.0mm を目標塗膜厚さとした場合、ウレタンゴム系防水材料の管理基準を表 1 に提案する。表中の項目に示した用語の定義については、以下に示すとおりである。(規定面積とは対象とする防水層施工範囲、検査・測定範囲である。)

- ・目標塗膜厚さ：施工で目指す塗膜厚さ。
- ・平均塗膜厚さ：規定面積における測定値の平均。
- ・最小塗膜厚さ：この値を下回ってはいけない数値。
規定面積における測定値の平均で評価し、1つの測定値ではない。
- ・標準偏差：規定面積における測定値から算出。

表 1 ウレタンゴム系防水材料の管理基準の提案

項目	管理基準	目標塗膜厚さに対する割合
目標塗膜厚さ	3.0mm	
平均塗膜厚さ	2.7mm 以上	90%以上
最小塗膜厚さ	2.0mm 以上	67%以上
標準偏差	0.75mm 以下	25%以下

2.2 管理基準の内容

図 1 および下記に管理基準の具体的な内容を示す。

(1) 平均塗膜厚さ

平均塗膜厚さで管理する場合、単位面積あたりの塗布量管理には有効である。ただし、平均塗膜厚さの管理だけでは、バラつきを評価していないため、図中 (1) の曲線 B の様に塗膜厚さが極端に厚い個所や薄い個所が発生する可能性がある。

(2) 最小塗膜厚さ

最小塗膜厚さで管理する場合、施工によるバラつきは考慮されていないが、塗膜厚さが薄い個所を無くすのに有効である。ただし、図中 (2) の曲線 B の様にバラつきが大きい場合は、より多くの材料を塗布する必要がある。

(3) 平均塗膜厚さ、最小塗膜厚さ、標準偏差管理

平均塗膜厚さと最小塗膜厚さに加えて標準偏差で管理する場合は、施工時の塗膜厚さのバラつきを抑えるのに有効である。すなわち曲線 B の様に、平均値や最小値をクリアしても、標準偏差を満たさないケースを管理できる。

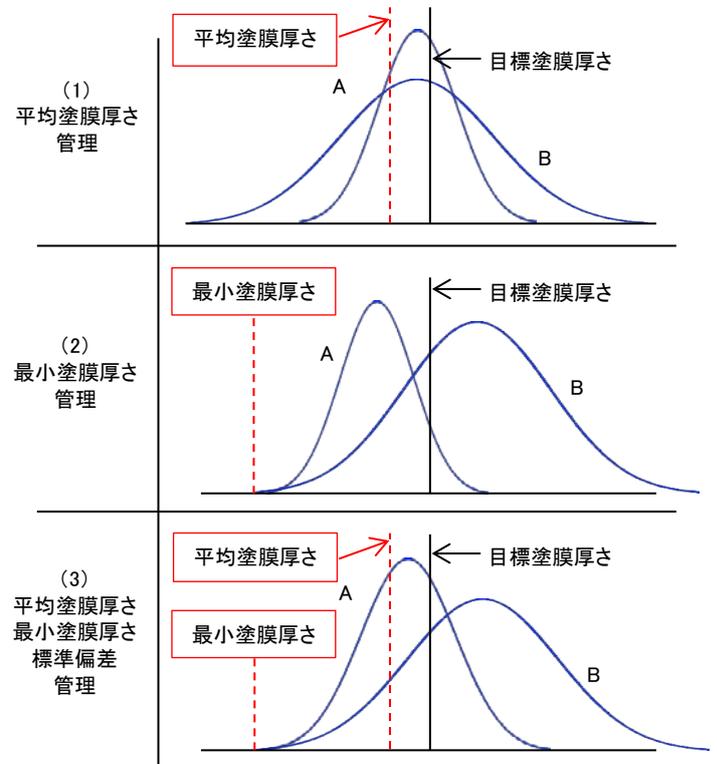


図 1 管理基準の内容

Proposal of management standard on coating thickness of urethane waterproofing.

YAMAMIYA Teruo, TANAKA kyoji, TAKEMOTO Yoshiaki, WATANABE Hikaru, OZEKI Shinpei, SUZUKI Hiroshi, SHIMAMURA Hiroyuki, and TANAKA Motoki

3. 管理基準の考察

3.1 平均塗膜厚さと最小塗膜厚さ及び標準偏差の関係

塗膜防水では、漏水の原因となりやすい塗膜厚さの薄い箇所を極力なくす必要があるため、管理基準で示した最小塗膜厚さである 2.0mm を下回るとは避けたい。ところが、ウレタンゴム系防水材料は、現場での施工作业に加え、下地の平滑度の影響もあり、塗膜厚さのバラつき（標準偏差）が必ず発生する。

表 2 には、ある事象が正規分布をしていることを前提とし、標準偏差の倍数と、平均値（中央値）からその数値分離れた値を管理基準とした時、管理基準以下となる確率（割合）の関係を示す。統計的には、平均値より標準偏差の 2.0 倍以下となる確率は、2.28% となっている。この統計的な考え方を基にして、表 3 には、ウレタンゴム系防水材料の平均塗膜厚さと標準偏差を変化させた場合において、最小塗膜厚さ 2.0mm を下回る確率を示した。この結果では、平均塗膜厚さが下限値である 2.7mm のケースでは、バラつきが相当に小さくないと最小塗膜厚さの管理基準 2.0mm をクリアできないことが分かる。平均塗膜厚さが 3.0mm のケースでは、最小塗膜厚さを下回る確率を 10% 未満とするには標準偏差は管理基準として提案している 0.75mm 以下にする必要がある。

表 2 標準偏差の倍数と管理基準を外れる確率の関係

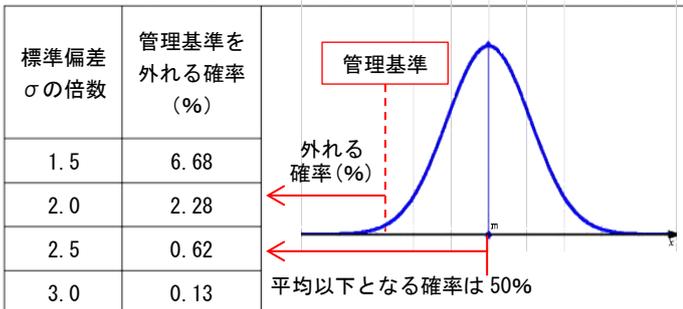


表 3 最小塗膜厚さ 2.0mm を下回る確率 (%)

標準偏差 σ (mm)	目標塗膜厚さに対する割合 (%)	平均塗膜厚さ : X (mm) (目標塗膜厚さに対する割合 (%))				
		2.7 (90)	2.85 (95)	3.0 (100)	3.15 (105)	3.3 (110)
0.30	10	0.99	0.23	0.04	0.006	0.001
0.45	15	5.94	2.94	1.32	0.52	0.19
0.60	20	12.10	7.78	4.75	2.74	1.50
0.75	25	17.62	12.92	9.18	6.30	4.18
0.90	30	21.77	17.36	13.35	10.20	7.49

3.2 管理基準の妥当性

本提案の管理基準の妥当性を検証するに当たり、道路の鋼橋における塗装の基準と比較した。鋼橋の塗装は、塗膜厚さが薄い部分では、防錆効果が弱まることが知られており、各発注機関によって塗膜厚さの管理方法と管理基準が決められている^{2) 3) 4)}。表 4 に、調査した機関の内容を示す。統計的な考え方から平均塗膜厚さ、最小塗膜厚さ、標準偏差の管理基準が示されている。

今回提案したウレタンゴム系防水材料の管理基準との比較は以下のとおりである。

- ・平均塗膜厚さ：目標塗膜厚さの 90% 以上で一致。
- ・最小塗膜厚さ：ウレタンゴム系防水材料の最小塗膜厚さ 2.0mm 以上は、目標塗膜厚さの 67% 以上であり、鋼橋の管理基準 70% 以上よりやや小さいが、屋外動暴露試験の結果⁵⁾ に基づくものであり、性能確認がなされている。
- ・標準偏差：目標値の膜厚さの 25% とやや大きい、下地コンクリートの平滑度のバラつきをも含むものであり、妥当な数値と考える。

以上より、今回提案したウレタンゴム系防水材料の管理基準は、他分野と比較しても問題のない範囲と言える。

表 4 道路の鋼橋における塗膜厚さの管理基準

機関	日本道路協会 広島高速道路公社	首都高速道路株式会社
平均塗膜厚さ	目標塗膜厚さ合計値の 90% 以上であること。	目標塗膜厚さ合計値の 90% 以上であること。
最小塗膜厚さ	目標塗膜厚さ合計値の 70% 以上であること。	目標塗膜厚さ合計値の 70% 以上であること。
標準偏差	目標塗膜厚さ合計値の 20% を超えないこと。ただし、標準偏差が 20% を超えた場合、測定値の平均が目標塗膜厚さ合計値より大きい場合は合格とする。	— (示されていない)

4. おわりに

ウレタンゴム系防水材料の塗膜厚さに関する管理基準について提案した。課題は、塗膜厚さの測定方法、測定管理を行う体制、管理基準を満たさなかった場合の対処方法などがある。ウレタンゴム系防水材料の施工品質向上のためにも、今後も引続き議論を重ねてゆく予定である。

【参考文献】

- 1) 山宮輝夫他：塗膜厚さを基としたウレタン防水工事仕様の検討；日本建築学会学術講演梗概集(九州)1368, pp.735-736, 2016.8
- 2) 鋼道路橋防食便覧；公益社団法人日本道路協会、2015.3
- 3) 塗装設計施工基準；広島高速道路公社、2008.12
- 4) 橋梁塗装設計施工要領；首都高速道路株式会社、2006.4
- 5) 中島由美子他：ウレタン塗膜防水層の屋外動暴露試験の 2 年間の結果とトップコートひび割れ部の観察；日本建築学会学術講演梗概集(関東)1572, pp.1143-1144, 2015.9

*1 大成建設
*2 東京工業大学 名誉教授・工博
*3 清水建設 博士(工学)
*4 レオン工業
*5 ダイフレックス
*6 AGC ポリマー建材
*7 田島ルーフィング
*8 保土ヶ谷バンデックス

*1 TAISEI CORPORATION
*2 Prof. Emeritus, Tokyo Institute of Technology, Dr. Eng.
*3 Shimizu corporation, Dr. Eng.
*4 LEON KOUGYO Co., Ltd.
*5 DYFLEX Co., Ltd.
*6 AGC POLYMER MATERIAL Co., Ltd.
*7 Tajima Roofing Inc.
*8 Hodogaya Construction Products Co., Ltd.