

「特定化学物質障害予防規則に対応したウレタン塗膜防水工事指針」 における安全性確保の基本的考え方

○本橋健司*1、近藤照夫*2、永井香織*3、和田環*4、岡本肇*5、渡辺光*6、坂口博英*7

1. はじめに

(一社)建築防水安全品質協議会の建築防水環境安全委員会では平成26年3月「特定化学物質障害予防規則に対応したウレタン塗膜防水工事指針」を策定した。本指針は自主的指針であるが、平成26年4月1日付けで厚生労働省労働基準局安全衛生部化学物質対策課から都道府県労働局労働基準部健康主務課宛に事務連絡がなされており、ウレタン塗膜防水工事に対する指導の参考資料として活用されることが期待されている。

本指針は、特定化学物質（以下、特化物）を含むウレタン塗膜防水工事の具体的な作業標準を示し、労働安全衛生を確保することを目的として作成された。本文では、指針に示された特定化学物質障害予防規則（特化則）に基づく労働安全衛生確保の考え方について説明する。

2. ウレタン塗膜防水材料に含まれる特化物

汎用的に使用されている2成分形ウレタン塗膜防水材料には主剤中にTDI（トリレンジイソシアネート）、硬化剤中にMBOCA（3,3'-ジクロロ-4,4'-ジアミノジフェニルメタン）を質量の1%を超えて含有する場合が多い。TDIおよびMBOCAは労働安全衛生法施行令により特定化学物質の第2類物質と定められている。また、MBOCAはがん原性物質またはその疑いのある物質であり特別管理物質に指定されている。

したがって、TDIおよびMBOCAを質量の1%を超えて含有するウレタン塗膜防水材料の取扱いについては特化則の適用を受ける。

また、最近エチルベンゼン含有物を屋内塗装する場合は、特化則の適用を受けることになったが、

本指針ではエチルベンゼンを重量の0.1%を超えて含有するウレタン塗膜防水材料を屋内施工する場合は、適用範囲外としている。

表1 ウレタン塗膜防水材料に含有される特化物

特定化学物質	管理濃度
TDI（トリレンジイソシアネート）	0.005 ppm
MBOCA（3,3'-ジクロロ-4,4'-ジアミノジフェニルメタン）	0.005 mg/m ³

3. 特化則により遵守されるべき主な対応

特化則の第1条（事業者の責務）には「事業者は、化学物質による労働者のがん、皮膚炎、神経障害その他の健康障害を予防するため、使用する物質の毒性の確認、代替物の使用、作業方法の確立、関係施設の改善、作業環境の整備、健康管理の徹底その他必要な措置を講じ、もって、労働者の危険の防止の趣旨に反しない限りで、化学物質にばく露される労働者の人数並びに労働者がばく露される期間及び程度を最小限度にするよう努めなければならない。」と定められており、具体的には以下を含む対策を講じることを求めている。

- ①特定化学物質作業主任者（以下、特化則作業主任者）の選任
- ②立入禁止措置
- ③掲示
- ④作業者の健康診断
- ⑤健康診断結果の記録
- ⑥作業の記録
- ⑦保護具

また、過去にウレタン塗膜防水工事現場に労働

基準監督署が立入り検査した時の是正勧告書の例を表2に示す。

表2 ウレタン塗膜防水工事に対する是正勧告書の例

法条項等	違反事項
安衛法第14条(安衛令第6条第18号)(特化則第27条)	特定化学物質(3,3'-ジクロロ-4,4'-ジアミノジフェニルメタン)を取り扱う作業については、特定化学物質及び四アルキル鉛等作業主任者技能講習を修了した者のうちから、特定化学物質作業主任者を選任しなければならないのに、選任していないこと。
安衛法第66条第2項(安衛令第22条第1項第3号)(特化則第39条)	特定化学物質(3,3'-ジクロロ-4,4'-ジアミノジフェニルメタン)を取り扱う作業に常時従事する労働者に対し、雇入れ又は当該業務への配置換えの際及びその後6月以内毎に1回、法定項目について医師による健康診断を行わねばならないのに、行っていないこと。
安衛法第22条第1号(特化則第43条)	特定化学物質を取り扱う作業場には、当該のガス、蒸気又は粉じんを吸引することによる労働者の健康障害を予防するための必要な呼吸用保護具を備えなければならないのに、備えていないこと。

以下に、前述した安全対策の内容について述べる。

①特化則作業主任者の選任

特化則第27条では「事業者は、令第6条第18号の作業については、特定化学物質及び四アルキル鉛等作業主任者技能講習(中略)を修了した者のうちから、特定化学物質作業主任者を選任しなければならない。」と定められている。また、特化則28条では「事業者は、特定化学物質作業主任者に次の事項を行わせなければならない。①作業に従事する労働者が特定化学物質により汚染され、又はこれらを吸入しないように、作業の方法を決定し、労働者を指揮すること。②略、③保護具の使用状況を監視すること。④略」と定められている。

TDIおよびMBOCAを質量の1%を超えて含有するウレタン塗膜防水材は、特化物であることは明白であり、これらを取扱う場合には特化則作業主任者の選任は必須である。また、特化則作業主任者の職務から理解できるように作業現場に常駐する必要がある。実際の施工管理者(職長)が特化則作業主任者の資格を取得し、兼任すること等が考えられる。特化則作業主任者の講習会は比較的多く実施されており、2日間の講習である。

②立入禁止措置

特化則第24条では「事業者は、次の作業場には、関係者以外の者が立ち入ることを禁止し、かつ、その旨を見やすい箇所に表示しなければならない。①第一類物質又は第二類物質(別表第1第37号に掲げる物を除く。第37条から第38条の2までにおいて同じ。)を製造し、又は取り扱う作業場(臭化メチル等を用いて燻蒸作業を行う作業場を除く。②略」と定めている。

本指針では表3に示すように用語の定義を行っている。そもそも、ウレタン塗膜防水工事の施工区画では工事関係者以外のもは立入禁止である。また、後述する理由から、ウレタン塗膜防水材の混練場所と塗布区域では作業者の保護具レベルが異なっている。

表3 ウレタン塗膜防水工事現場の用語の定義

用語	意味
施工区画	ウレタン塗膜防水材を混合・攪拌する混練場所、防水材を塗布する塗布区画、材料・廃棄物等の保管場所等防水工事に関係する区域
混練場所	ウレタン塗膜防水材を混合・攪拌する作業区域(場所)であって、混合・攪拌を行う作業員以外は立ち入らないところ。
塗布区域	混合・攪拌したウレタン塗膜防水材を塗布する作業区域(場所)

③掲示

特化則第38条3では「事業者は、第1類物質(塩素化ビフェニル等を除く。)又は(中略)(以下「特別管理物質」と総称する。)を製造し、又は取り扱う作業場(中略)には、次の事項を、作業に従事する労働者が見やすい箇所に掲示しなければならない。①特別管理物質の名称、②特別管理物質の人体に及ぼす作用、③特別管理物質の取扱い上の注意事項、④使用すべき保護具」と定めている。

MBOCAは特別管理物質に該当するため、この掲示が必要であり、掲示板は市販されている。

④作業員の健康診断

特化則第39条では「事業者は、令第22条第1項第3号の業務(中略)に常時従事する労働者に対し、別表第3の上欄に掲げる業務の区分に応じ、雇入れ又は当該業務への配置替えの際及びそ

の後同表の中欄に掲げる期間以内ごとに1回、定期的に、同表の下欄に掲げる項目について医師による健康診断を行わなければならない。」と定めている。この条文に基づき、具体的には表4に示す健康診断が必要となる。

表4 作業者の健康診断項目

項目		TDI	MBOCA
実施時期	雇入れ時	○	○
	6か月以内毎	○	○
	配転時	—	○
業務の経歴の調査		○	○
作業の条件の簡易な調査		—	—
他覚症状または自覚症状の既往歴の有無の検査		○	○
尿中のマンデル酸の量の測定		—	—
肝機能検査		—	○
皮膚炎等の皮膚所見の有無の検査		○	—

この健康診断は表2の是正勧告書例にあるように必須である。参考資料として、ウレタン塗膜防水材料の製造に携わる作業者が有機溶剤中毒予防規則に基づく健康診断も合わせて実施した場合（数十名まとめて実施）の1人あたりの費用例を表5に示す。

表5 健康診断費用の例
（有機溶剤中毒予防規則の健診を含む）

項目	1人の単価（円）
特定業務診断	1,890
MBOCA	5,460
1.1.1.トリクロエタン	2,100
TDI	2,205
有機溶剤診断	2,100
代謝物トルエン	3,150
代謝物キシレン	3,150
代謝物スチレン	3,150
代謝物N-Nジメチルホルムアミド	5,250
代謝物ノルマルヘキサン	3,150
有機溶剤 肝機能検査	1,680
合計	33,285

⑤健康診断結果の記録

特化則第40条では「事業者は、前条第1項から第3項までの健康診断（（中略）次条において「特定化学物質健康診断」という。）の結果に基づき、特定化学物質健康診断個人票（様式第2号）を作成し、これを5年間保存しなければならない。

2.事業者は、特定化学物質健康診断個人票のうち、特別管理物質を製造し、又は取り扱う業務（中略）に常時従事し、又は従事した労働者に係る特定化学物質健康診断個人票については、これを30年間保存するものとする。」と定めている。

したがって、TDIについては5年間、特別管理物質であるMBOCAについては30年間、特定化学物質健康診断個人票を保存する必要がある。

⑥作業の記録

特化則第38条の4では「事業者は、特別管理物質を製造し、又は取り扱う作業場において常時作業に従事する労働者について、1月を超えない期間ごとに次の事項を記録し、これを30年間保存するものとする。①労働者の氏名、②従事した作業の概要及び当該作業に従事した期間、③特別管理物質により著しく汚染される事態が生じたときは、その概要及び事業者が講じた応急の措置の概要」と定めている。

ウレタン塗膜防水工事においては作業日報を作成しており、この様式を工夫することで上記の①～③を記録することが可能である。

⑦保護具

特化則第43条では「事業者は、特定化学物質を製造し、又は取り扱う作業場には、当該物質のガス、蒸気又は粉じんを吸入することによる労働者の健康障害を予防するため必要な呼吸用保護具を備えなければならない。」、第44条では「事業者は、特定化学物質で皮膚に障害を与え、若しくは皮膚から吸収されることにより障害をおこすおそれのあるものを取り扱う作業又はこれらの周辺で行われる作業に従事する労働者に使用させるため、不浸透性の保護衣、保護手袋及び保護長靴並びに塗布剤を備え付けなければならない。」、第45条では「事業者は、前2条の保護具については、同時に就業する労働者の人数と同数以上を備え、常時有効かつ清潔に保持しなければならない。」と定めている。

保護具は呼吸用保護具、保護衣、保護手袋、保護めがね、保護長靴等に分類される。この保護具のレベルをどのように考えるかは重要である。

（一社）建築防水安全品質協議会の建築防水環境安全委員会では、特に呼吸用保護具のレベルを設

定するため、ウレタン塗膜防水工事における作業環境中の TDI 濃度および MBOCA 濃度を測定し、その結果を報告してきた^{1~3)}。

その結果は以下のようにまとめられる。

①MBOCA は常温で固体（融点 98~108℃）であり、ウレタン塗膜防水材料硬化剤の中ではプレポリマー、溶剤の中に溶解された状態で存在している。したがって、気体としての蒸気圧は非常に小さく、常温で空気中には殆ど揮散しない。実験²⁾において、非常に狭い密閉空間でウレタン塗膜防水材料を混練した場合でも MBOCA は検出されなかった。

②TDI は常温で液体であり、作業環境中に揮散する可能性がある。この点について一連の実験^{2~3)}を実施し、密閉した小空間でウレタン塗膜防水材料を混練した場合に限って管理濃度を超える例が認められたが、それ以外の TDI 濃度は管理濃度未満であった。また、TDI および MBOCA は主剤と硬化剤を混合した直後から化学反応により消費され、さらに、空气中に揮散した TDI についても空气中の水蒸気と反応し減少する。

したがって、屋外での通常のウレタン塗膜防水工事では混練時であっても、管理濃度に達する可能性はきわめて低いと判断された。

③作業員への特化物の影響は呼吸経路のみではなく、TDI や MBOCA が溶解している材料が身体に付着し、皮膚から吸収されることが考えられる。この点については適切な保護具の着用が必要と考える。また、硬化したウレタン塗膜防水層中では TDI と MBOCA は反応により消費され残存していないので特化物の対象とはならない。

以上のような実験結果から、指針では以下のような保護対策を示している。

①混練場所は密閉的な小空間では TDI 濃度が管理濃度を超える可能性があることを考慮して、風通しの良いところを選定する。混練作業員は呼吸用

保護具として防じんマスクを着用することとしている。また、防毒マスクであれば望ましい。さらに、混練場所は塗布区域と区別し、混練した防水材料は混練場所の外で渡すこととしている。

②屋内でウレタン塗膜防水工事を実施する場合は、特化則および有機溶剤中毒予防規則の観点から換気措置や保護具の着用が求められる。

③ウレタン塗膜防水工事における塗布作業では TDI は管理濃度未満になると考えられる。したがって、呼吸用保護具は必要ないと考えられるが、混練した材料の飛沫を吸入しないように防じんマスクを着用することが望ましいとした。

④皮膚からの吸収を防止するため、保護めがね（混練作業員）、作業衣・保護手袋（混練作業員、塗布作業員）の着用を求めている。



図1 混練場所の風景

参考文献

- 1) 本橋健司ら「特化則規制に対応したウレタン塗膜防水工事施工指針の作成に関する研究 その1 研究背景と研究計画概要」日本建築学会大会梗概集 p. 745-746 (2013)
- 2) 小関晋平ら「特化則規制に対応したウレタン塗膜防水工事施工指針の作成に関する研究 その2 TDI と MBOCA 環境濃度の測定結果」日本建築学会大会梗概集 p. 747-748 (2013)
- 3) 和田環ら「特化則規制に対応したウレタン塗膜防水工事施工指針の作成に関する研究 その3 TDI 暴露濃度の測定結果」日本建築学会大会梗概集 p. 749-750 (2013)

*1 芝浦工業大学工学部教授 博士(工学)
*2 ものづくり大学名誉教授 博士(工学)
*3 日本大学生産工学部准教授 博士(工学)
*4 鹿島建設(株)技術研究所 博士(工学)
*5 (株)竹中工務店技術研究所 博士(工学)
*6 レオン工業(株)代表取締役
*7 (一社)建築防水安全品質協議会 技術顧問

Prof., Shibaura Institute of Technology
Prof. Emeritus, Institute of Technologists
Associate Prof., Nihon University
Kajima Corporation
Takenaka Corporation
Leon Industry Co. Ltd.
Safety and Quality Council of Architectural Waterproofing