鋼橋塗替え工事における労働衛生対策

（作業環境管理及び作業管理（呼吸用保護具の使用））

上福元清隆 [1)]

１．はじめに

近年、鋼橋塗替え工事を実施するにあたり、塗膜の延命化・LCC（ライフサイクルコスト）の観点から重防食塗装系が基本であると聞く。それら重防食塗装は道路･鉄道関係の技術団体、高速道路会社より発行されている便覧、指針、要領などに塗替え工事の詳細が記述されている。その中に示されている主な事項は塗装技術に関する内容がほとんどであり、労働衛生対策についての情報が僅かで、例えば具体的な保護具の選定などについては記述されていない。唯一、(一社)日本橋梁・鋼構造物塗装技術協会発行の「土木塗装工事安全施工技術指針　平成 14 年 12 月」に換気ならびに保護具の記述があるので以下に記載する。

［土木塗装工事安全施工技術指針（抜粋）］（以下、橋塗協技術指針と記す）

第 5 章、第 6 節

第 4 項　箱桁、鋼橋脚等の内部の換気

箱桁、鋼橋脚等の内部で、溶接、塗装等の作業を行うときは、十分な換気を行い、且つ作業員はエアラインマスク等の呼吸用保護具を使用する。

第 5 項　呼吸用保護具

(1) 粉じん作業に従事するすべての作業員に防じんマスク、電動ファン付き呼吸用保護具等の有効な呼吸用保護具を使用させる。

(2) 呼吸用保護具の選択、使用、保守管理に関する方法、及び呼吸用保護具のフィルターの交換の基準を定める。

(3) 呼吸用保護具を使用する際には、作業員に顔面への密着性について確認させる。

(4) 呼吸用保護具については、同時に就業する作業員の人数と同数以上を備へ、常に有効かつ清潔に保持する。

今回は、鋼橋塗替え工事においてどのような有害物発散作業があるかを調べ、橋塗協技術指針に記載されている上記記述の作業環境管理及び作業管理に関する労働衛生対策について解説を述べたい。

２．鋼橋塗替え工事の作業概要

塗替え工事の一連の工程を大まかに確認すると、「足場仮設養生作業」「素地調整」「塗装」「足場仮設養生撤去解体」があり、要所で安全衛生対策を実施し安全かつ衛生的に作業を進めなければならない。

ここではテーマである労働衛生対策に着眼し観てみると、素地調整ならびに塗装時に有害物にばく露する作業が存在する。

重防食塗装では、素地調整が重要であり、既存の塗膜は完全に除去することが前提となる。塗膜の除去方法については、望ましくはブラストとしているが、旧塗膜に含まれている有害物が粉じんとして発生するため近年では、旧塗膜除去については、湿式

写真１　鋼橋塗替え工事（都市高速）　橋塗協提供

1)　興研株式会社　労働衛生コンサルタント事務所　東京都千代田区四番町 7
連絡先：興研株式会社　石井敬史　TEL03-5276-1911

ブラストや剥離剤を使用する方法も採用され、とくに有害性の高い鉛及びPCB粉じんを発散させること無く作業を進めることが可能となっている。

また、塗装時には塗料に含まれている有機溶剤と特定化学物質のガス・蒸気が発散する。

粉じんと同様に呼吸器を通して、場合によっては皮ふを通して体内に吸収されるものもあり、それらにばく露することで健康障害を引き起こす。

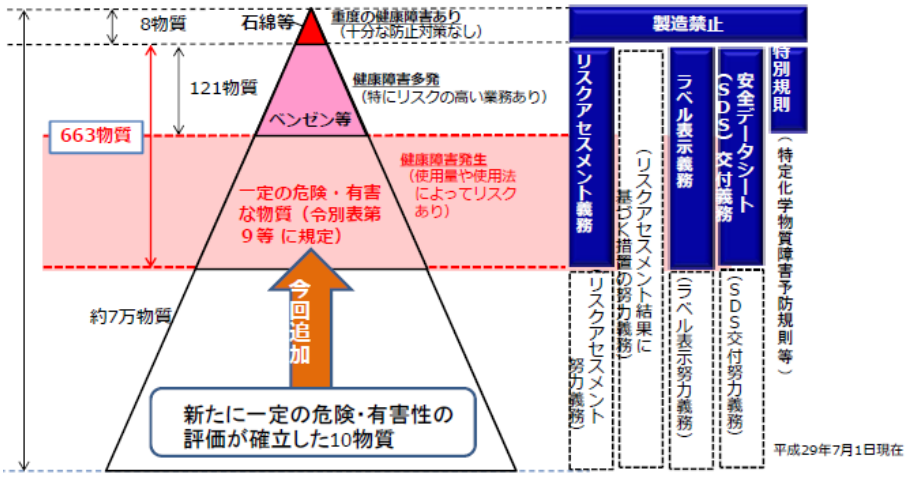

図１　有害物質の管理体系　出展：厚生労働省

それら健康障害を防止するために労働安全衛生法では、健康障害を発生させる有害物質は特別規則においてばく露防止措置が義務付けられており、管理面では一定の知識を持った作業主任者を現場に選任しなければならないとしている。

それ以外の物質であっても一定の有害性があるものに関してはリスクアセスメントの実施が義務付けられているので、使用にあたっては必ず「容器の表示」、「安全データシート（SDS）」を参照する必要がある。

有害物質に関する法令に定められている管理体系を**図１**に示す。

〈参考：主な特別規則〉（ ）内対象物質

・有機溶剤中毒予防規則（トルエン、キシレン、メタノールなど）

・特定化学物質障害予防規則（PCB、クロム、エチルベンゼンなど）

・鉛中毒予防規則（鉛、鉛化合物）

・粉じん障害防止規則（鉱物性、金属性粉じん）

写真２　足場内（都市高速）　橋塗協提供

３．労働衛生管理が必要な有害物発散作業

鋼橋塗替え工事における有害物発散作業を**表１**にリストアップした。

表１　有害物発散作業

作業工程	（旧塗膜）	概要	有害物発散
素地調整	鉛、PCB含有塗膜	・剥離工法→ブラスト工法 ・湿式ブラスト工法	剥離工法：有機、特化　**ガス、蒸気** ブラスト工法：**粉じん**
	鉛、PCB非含有塗膜	・ブラスト工法	ブラスト工法：**粉じん**
塗装		耐久性の高い 重防食塗装系	塗料中に含まれる有機、特化　**ガス、蒸気**

素地調整方法を決定する際は、旧塗膜に有害性の高い鉛、PCB、クロム等が含まれているかの調査を行う必要がある。これは従来の一般塗装系には必ずといっていいほど錆止めには鉛が用いられ、その他にクロム、PCBが含まれているケースも少なくない。

また、剥離作業を行う際は、出来るだけ有害物が発散しないような作業方法を採用し、合わせてばく露防止対策も十分行う。この一連の内容が厚生労働省通達（基安化発0530第１号　平成26年５月30日）に示されているので参考に下記する。

〈厚労省通達に示されているばく露防止及び拡散防止措置について（抜粋）〉

・剥離等作業は必ず湿潤化して行うこと。湿潤化が著しく困難な場合は、当該作業環境内で湿潤化した場合と同等程度の粉じん

濃度まで低減させる方策を講じた上で作業を実施すること。

・隔離区域等内作業場に粉じんを集じんするため適切な除じん機能を有する集じん排気装置を設けること。この際、集じん排気装置の排気口は外部に設けること。また、集じん排気装置は作業場の空間に応じて十分な排気量を有するものとすること。

・隔離区域等内作業場より粉じんを外部へ持ち出さないよう洗身や作業衣等の洗浄等を徹底すること。

・隔離区域等内作業場については、関係者以外の立ち入りを禁じ、区域内で作業や監視を行う労働者については、電動ファン付き呼吸用保護具又はこれと同等以上の性能を有する空気呼吸器、酸素呼吸器若しくは送気マスクを着用させること。なお、電動ファン付き呼吸用保護具については、フィルターを適切な期間ごとに交換するなど適切に管理して使用させること。

・呼吸用保護具については、隔離区域等内作業場より離れる都度、付着した粉じんを十分に拭い、隔離区域等内作業場とは離れた汚染されていない場所に保管すること。

・隔離区域等内作業場の粉じんを運搬し、又は貯蔵するときは、当該粉じんが発散するおそれがないよう堅固な容器を使用し、又は確実な包装をすること。また、それらの保管については、一定の場所を定めておくこと。

４．一般的な労働衛生管理、作業環境管理（工学的対策～換気対策）

現場の労働衛生管理を行うに当たっては、先ずは作業環境を良好にするための管理を行う。これを作業環境管理という。作業環境を良好にするためには一般的に右に記載する「工学的対策」を用いる。ただ、一つの手法だけでは十分な作業環境とならないこともあり幾つかの手法を複合して実施する必要がある。塗料メーカーにおいては出来るだけ有害性の低い化学物質への代替を行っているが、無害になり得ることは難しいため、その他の換気対策も随時採用して現場における作業環境管理を行う。しかしながら、鋼橋塗替え工事は生産工場のライン作業のように発散源が限定されていないことから局所排気装置、プッシュプル型換気装置を設置することが困難なため全体換気装置を設置し、作業空間の有害物濃度を出来るだけ低くし、更にばく露を防止するために呼吸用保護具を使用する必要がある。

工学的対策

- 無害な、低有害性の化学物質へ代替
- 有害物質と作業者の隔離
- 工法、工程の改良による発散防止
- 発散源の密閉、囲い込みによる発散防止
- 局所排気、プッシュプルによる拡散防止対策
- 全体換気による希釈換気

[全体換気装置]

全体換気装置は、局所排気装置及びプッシュプル型換気装置と比較した場合、ばく露を防止する効果については低いが、換気の流れを一定方向に形成し、作業位置を常に有害物の発散源から上流側の位置となるよう作業方法(手順)をとる事で、作業者のばく露を低減する効果を得ることが出来る。また、有害物濃度を下げることにより火災爆発の危険性がある有害物に対する安全対策にも繋がる。

なお、発生したガス蒸気又は粉じんについては、適正な空気清浄装置を設けるなどにより、近隣の民家、地球環境への影響も考慮する必要がある。

５．有効な呼吸用保護具とその種類

呼吸用保護具の種類を図２呼吸用保護具の体系図に示す。呼吸用保護具は、種類によって使用できる環境条件や対象物質、使用時間等が異なる。

また、通常の作業用か事故時の救出用かなどの用途によっても異なるので使用に際しては用途に適した正しい選択をしなければならない。

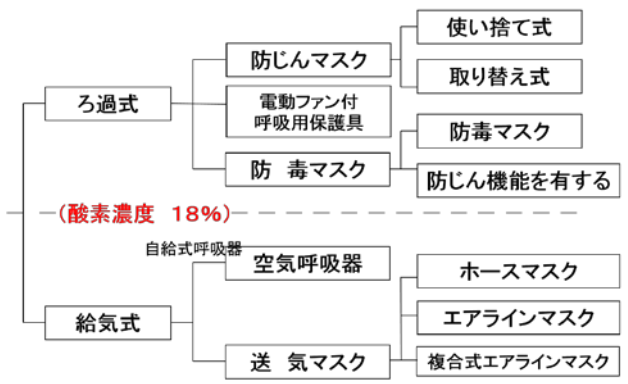

図２　呼吸用保護具の体系図

(1) 選択　　図３の選択チャート図参照

選択は、前述の通り先ずは環境条件(使用環境の酸　素濃度)が指標となる。酸素濃度 18%以上の非酸欠環　境と 18%未満の酸欠環境かで選択する保護具が変わ　る。ろ過式は酸素濃度 18%未満の酸欠環境下では使用できない。次に有害物質の種類が「粒子状（粉じん)」か「気体（ガス、蒸気)」なのか。その濃度、有害性も鑑み選択する。最終的には、環境条件に合致したものを選択した上で着用者の顔に合ったものを選択することも重要な点である。

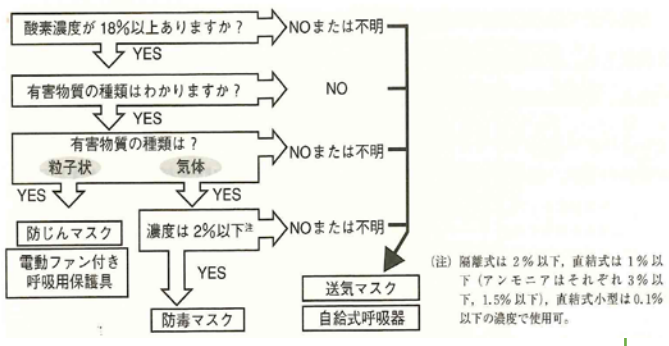

図３　呼吸用保護具の選択チャート図

※有機溶剤作業主任者テキスト引用

ろ過式の防じん及び防毒マスクは、使用に際して面体と顔との間の圧力状態が陰圧(負圧)となる。それに伴い、顔と面体との密着性が得られていない場合、その隙間から粉じん、ガス蒸気が漏れ込んでしまう。

このことから、密着性が得られているかを確認するためのフィットテストを必ず行うことが関連通達に示されている。なお、フィットテストの方法は後述する。

〈防じんマスク〉

防じんマスクは、作業環境中に浮遊する粉じん、ミスト、ヒューム等の粒子状物質をフィルターでろ過し吸入を防止するためのろ過式の呼吸用保護具。種類は、面体を有する取替え式防じんマスクとろ過材が面体と一体化している使い捨て防じんマスクがある。

[マスクの種類] ・取替え式防じんマスク　R ・使い捨て式防じんマスク　D [試験粉じんの種類] ・塩化ナトリウム　S ・フタル酸ジオクチル　L	区分（等級別記号）	粒子捕集効率（%）
	RS3、RL3（DS3、DL3）	99.9 以上
	RS2、RL2（DS2、DL2）	95.0 以上
	RS1、RL1（DS1、DL1）	80.0 以上

表２　防じんマスクの区分（等級別記号）

一般的には粉じんの有害性が高く、濃度の高い場所では取替え式防じんマスクを使用するとしている。また、防じんマスクの区分は表２の通り捕集効率により三段階となっているので、粉じんの有害性及び濃度を更に見極め何れかの区分のものを選択する。作業に使用する防じんマスクは JIS 規格以外に労働安全衛生法に規定されている型式検定に合格したものを使用しなければならない。

〈電動ファン付き呼吸用保護具〉

電動ファン付き呼吸用保護具は、電動ファンにより、フィルターで有害粉じんを除去し、清浄な空気を面体に供給する機能をもつろ過式呼吸用保護具である。

種類の中には、面体内に空気を呼吸に合わせて供給しつつ陽圧に保つよう送風するタイプのものもあり、呼吸する際のフィルターの抵抗感が全く無く、かつ面体内を陽圧にすることで、もし面体と顔面との密着性が悪くても外部の粉じんが漏れ込むことが無い高い安全性を兼ね備えている。労働安全衛生法においても有害性の高い粉じん或いは粉じん濃度が高濃度となるような作業環境中に着用の義務化が進んでいる。例えばトンネル工事の切羽付近、石綿及び RCF 除去作業、発がん性がある金属粉じんが発散する場所等で着用が義務付けられている。鋼橋塗替え工事の素地調整で行うブラスト作業などに適用が望ましい。防じんマスクと同様に平成 26 年 12 月に型式検定化されている。

〈防毒マスク〉

防毒マスクは、作業環境中のガス、蒸気の気体状物質の吸入を対象ガス専用の吸収缶によりガスを除去し吸入防止するためのろ過式の呼吸用保護具が必要である。種類は、吸収缶の大きさにより直結式小型、直結式、隔離式の三種類がある。また、粉じんが混在する場合は防じん機能を有する防毒マスクを使用する。防じんマスクと同様に JIS 規格以外に労働安全衛生法に規定されている型式検定に合格したものを使用しなければならない。

主に塗装作業時に使用するが、使用する吸収缶は塗料に含まれている有機溶剤の蒸気が対象となるので有機ガス用吸収缶を使用するが、塗料或いは剥離剤の中には極端に使用時間が短くなるメタノールが含まれることもあるので、その場合は以下に示すホースマスク或いはエアラインマスクなどの送気マスクを使用する。

〈送気マスク（ホースマスク、エアラインマスク）〉

送気マスクであるホースマスク及びエアラインマスクは、清浄な空気を有害な環境外からエア配管、ホース等により作業者に供給する給気式呼吸用保護具である。送気マスクには、自然の大気を空気源とするホースマスクと圧縮空気を空気源とするエアラインマスクおよび複合式エアラインマスクがある。

箱桁、鋼橋脚等の内部で、溶接、塗装等の作業を行い高濃度の粉じん、ガス蒸気が発散する場所に対応可能である。また、吸収缶の使用時間が極端に短くなるような有機溶剤作業にも有効である。

電動ファン付き呼吸用
保護具(全面形)
BL-711HG

電動ファン付き呼吸用
保護具(半面形)
BL-351HGX

防毒マスク直結式
小型(全面形)
1521HG(RDG-5)黄

防毒マスク直結式
小型(半面形)
7191DKG-02(RDG-5)

防じんマスク
(全面形)
1521HU

防じんマスク
(半面形)
7121R-03(RD-6)

(2) 正しい使用方法

防じん及び防毒マスクの使用方法については、厚生労働省より平成17年2月7日に「防じんマスクの選択、使用について(基発第0207006号)」「防毒マスクの選択、使用について(基発第0207007号)」（以下、選択使用の通達と記す）の通達が出されているので遵守する必要がある。また、通達に準拠した保護具製造メーカーの取扱説明書の記載事項も同時に確認することが必要と考える。

先の「選択」の項目で記載したが、型式検定に合格した防じん及び防毒マスクの性能を最大限に得るためには、作業者の顔と面体の密着性が重要となる。

具体的には、現場に入る前の段階で必ずフィットテストを行うこと。フィットテストは使用前点検の実施項目の中に明確に記載し、作業主任者が立ち会うことも同時に規定して、作業主任者の職務である「保護具の使用状況を監視する」の職務の一環として行って頂きたい。

[防じんマスクのフィルター交換について]

選択使用の通達では、「防じんマスクの使用中に息苦しさを感じた場合には、ろ過材を交換すること。」となっているが、フィルターの種類によっては吸気抵抗を低く抑えるタイプのフィルターもあるので、個別に交換基準を確認設定する必要がある。また、有害性が高い粉じんについては1回使用の検討を行う必要がある。

[防毒マスクの吸収缶交換について]※選択使用の通達抜粋

防毒マスクの使用時間について、当該防毒マスクの取扱説明書等及び破過曲線図、製造者等への照会結果等に基づいて、作業場所における空気中に存在する有害物質の濃度並びに作業場所における温度及び湿度に対して余裕のある使用限度時間をあらかじめ設定し、その設定時間を限度に防毒マスクを使用すること。また、防毒マスク及び防毒マスク用吸収缶に添付されている使用時間記録カードには、使用した時間を必ず記録させ、使用限度時間を超えて使用させないこと。なお、従来から行われているところの、防毒マスクの使用中に臭気等を感知した場合を使用限度時間の到来として吸収缶の交換時期とする方法は、有害物質の臭気等を感知できる濃度がばく露限界濃度より著しく小さい物質に限り行っても差し支えないこととなっている。以下にその例を掲げる。

・アセトン(果実臭)
・クレゾール(クレゾール臭)

・酢酸イソブチル(エステル臭)
・酢酸イソプロピル(果実臭)
・酢酸エチル(マニュキュア臭)
・酢酸ブチル(バナナ臭)
・酢酸プロピル(エステル臭)
・スチレン(甘い刺激臭)
・1-ブタノール(アルコール臭)
・2-ブタノール(アルコール臭)
・メチルイソブチルケトン(甘い刺激臭)
・メチルエチルケトン(甘い刺激臭)

(3) 保守管理

橋塗協技術指針にも記載されているように「同時に就業する作業員の人数と同数以上を備へ、常に有効かつ清潔に保持する。」ため、選択使用の通達ならびに製造メーカーの取扱い説明書を参照して有効な状態に保ち使用継続できる管理を実施する必要がある。

６．フィットテストの方法

フィットテストを実施する目的は、先にも述べたように型式検定に合格した防じん及び防毒マスクなどの性能を如何なく発揮するため漏れなく使用することである。その漏れる原因は「顔とマスクが密着しておらず隙間が生じて漏れ込む」「場合によっては排気弁(給気式の場合は呼気弁という)が痛むなどして漏れ込む」二点となる。

その漏れ込みが無いことを確認する方法がフィットテストとなる。

フィットテストの方法は以下の通りとなるが、定性的な方法は総合的な漏れを確認することが出来る観点から陽圧法よりも陰圧法が望ましい。漏れの状態を数値で定量化するフィッティングテスターを使用する方法もある。

表３　フィットテストの方法

フィットテストの方法	分類	実施の方法	特徴
定性的な方法	陽圧法	吸気口及び排気弁を閉じて面体内を陽圧(正圧)状態とし、面体と顔面との間から漏れ出しがないかを確認する。 ※陽圧にするために排気弁を故意に閉じてテストをしなければならない。	・一定の治具があれば、簡単に実施することが出来る。 ・排気弁を故意に閉じることにより排気弁の不具合による漏れ込みが確認できない。
	陰圧法	吸気口を閉じて面体内を陰圧(負圧)状態とし、面体と顔面との間から漏れ込みがないかを確認する。	・一定の治具があれば、簡単に実施することが出来る。 ・陽圧法のように排気弁を故意に閉じることは無いので排気弁からの漏れ込みが合わせて確認できる。
定量的な方法	フィッティングテスター(測定装置)を使用してマスク外の大気じん濃度とマスク内の大気じん濃度を比較して漏れ率を測定し確認する。		・定量的に漏れ率を測定することが出来るので、装着の教育などに適している。 ・装置自体が高価である。 ・装置が無いと実施出来ない。

７．おわりに

鋼橋塗替え工事における労働衛生対策と題して作業環境管理及び作業管理(呼吸用保護具の使用)について述べたが現場における作業者の健康障害防止対策に微力ながら繋がることを祈りたい。