

石油貯蔵タンク用Zn-Mg溶射・めっき鋼板の開発

Development of Zn-Mg alloy Coated Anti-corrosion Oil Storage Tank

加藤 謙 治^{*1)}
Kenji KATOH
屋敷 孝 志^{*5)}
Takashi YASHIKI

西村 一 実^{*2)}
Kazumi NISHIMURA

新頭 英 俊^{*3)}
Hidetoshi SHINDO

石本 裕 保^{*4)}
Hiroyasu ISHIMOTO

抄 録

石油タンクの腐食では底板の孔空き腐食、屋根の海塩外面腐食と貯蔵物による内面腐食の対策が課題である。高耐食性Zn-Mg溶射およびめっき鋼板を開発し、これらの課題に適用することで、タンクの建設に不可欠な溶接作業性を阻害することなく、従来のZnめっきに比較して長期の耐久性を確保できることを明らかにした。

Abstract

New corrosion resistant Zn-Mg alloy coated (thermal sprayed or hot dip galvanized) steel, which is used for bottom plate or roof plate of oil storage tanks, was developed. Coated Zn-Mg alloy inhibits formation of Zn-Fe alloy layer and Zn oxide, and it also enables reduction of coating thickness. Because of these superior properties, developed Zn-Mg alloy coated steel reserves good workability in welding providing superior corrosion resistance.

1. はじめに

石油貯蔵タンクの腐食では底板の孔空き腐食対策と屋根の海塩腐食外面耐食および貯蔵物による内面耐食の向上が課題である。

底板の腐食は不可視で不明点が多いが、筆者らは、底板と基礎の間に空隙が生じる場合があり、砂等の粒子が付着した結露腐食状態で進行することを明らかにした。アスファルト基礎といえども同様の状況が発生し、その場合の腐食の厳しさは真砂基礎とほぼ同等であることを見いだしている。このような空隙と結露が有る場合にも有効な犠牲金属が底板に密着した電気防食鋼板として、Zn溶射鋼板を底板に適用し、優れた防食効果を確認した¹⁾。筆者らはこれらの経験に基づきより優れた使用性能とすべく、単純なZn溶射鋼板で溶接部耐食性低下回避のために必要な溶接入熱制限の回避、さらに、溶射に要する時間(=膜厚)の低減を目的に、Zn-Mg溶射鋼板の適用を検討した。

一方屋根では、従来から熱間圧延鋼板が用いられ、内面は無塗装で外面は塗装して使用されるのが一般的である。過去筆者らは、屋根内面の寿命延長と外面の初期塗装省略を目的に溶融亜鉛めっき鋼板の適用を行い²⁾、さらなる寿命延長のための方策を検討した。寿命延長にはZn目付量増加が考えられるが、タンク屋根材は溶接施工が必要であり、片面225g/m²以上では熱影響部(タンク内面側)のめっき層ダメージが大きくなるという課題があった。そこで薄目付

でも優れた耐食性を有する溶融Zn-Mgめっき鋼板の適用を検討した。

2. 実験・調査方法

2.1 底板に関する実験・調査方法

容量2000klの、アスファルトベッド上常温タンクの底板を膜厚400 μ mのZn溶射鋼板(初期板厚9mm, マイナス公差0)で建造し、10年後の板厚を測定した³⁾。なお、本施工時の溶接入熱は重ね隅肉溶接で溶射層にダメージのない0.6kJ/mmに低減した。

また実験室にて、SS400鋼とその表面に膜厚400 μ mのZn溶射を施した試験片を作成し、実タンクの基礎に用いられる真砂に埋設する腐食試験を実施した。試験条件は20℃で、別途検討で見いだした最も局部腐食性の高い含水率12 wt.%とした。本試験法は実タンク底板の腐食と定量的対応を有することを見いだしている¹⁾。

さらに膜厚60~400 μ mのZnおよびZn-0.5%Mg溶射鋼板(板厚9mm)を作成し、これらを入熱1.2kJ/mmで重ね隅肉溶接を行い、溶射層熱影響部のEPMAライン分析と表1に示す溶液¹⁾を用い、30℃の条件で噴霧腐食試験を実施した。

表1 スプレー腐食試験条件 (ppm)

	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻
試験条件	1 000	300
実地最大濃度	487	287

*1) 鉄鋼研究所 鋼材第一研究部 主幹研究員
千葉県富津市新富20-1 ☎293-8511 ☎(0439)80-2254

*2) 広畑技術研究部 主幹研究員 工学博士

*3) 広畑技術研究部 主任研究員

*4) 出光石油化学(株) 技術部

*5) 出光興産(株) 愛知製油所

2.2 屋根に関する実験・調査方法

供試材として板厚3.2mmの熱間圧延鋼板にA：Zn-0.5%MgめっきとB：Znめっき(GIと略す、付着量：いずれも片面150g/m²)を施した鋼板を用いた。

石油タンク用途としての評価は、石油タンク設備構内においてタンク外面環境2か所、内面環境1か所、計3か所での曝露試験を実施した。なお、環境測定として雨水中の塩分濃度測定及び飛来海塩粒子量測定をおこなった。

3. 実験・調査結果と考察

3.1 底板に関する実験・調査結果

図1は、10年を経過した実石油タンクZn溶射鋼板底板の残存板厚測定結果である。本鋼板の初期板厚が9.0mm以上、マイナス公

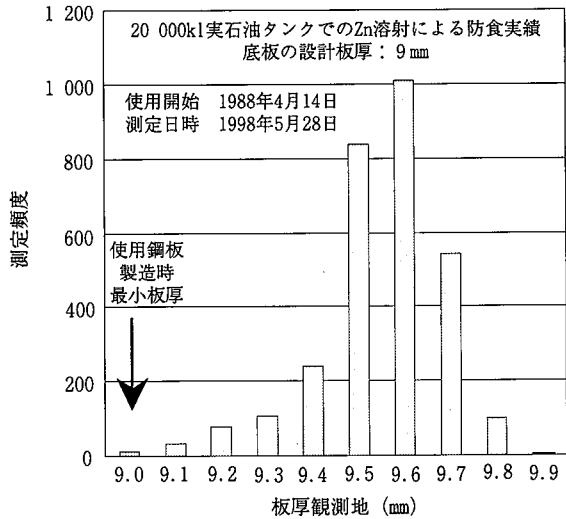


図1 溶射鋼板で防食を施した2 000キロリットル石油タンク底板の10年使用後の板厚測定結果

差0 mmに対して、残存板厚最小値は9.0mmであり、基材鋼は良好な防食状態にあったことがわかる。同時に実タンク基礎に埋設した400μm膜厚のZn溶射層は部分的に溶射層の消失が認められ、詳細検討¹⁾の結果400μmのZn溶射層の寿命は約10年と判定された。

写真1は重ね隅肉溶接熱影響部を含む各種溶射鋼板のスプレー腐食試験後外観例である。Zn溶射では基材鋼の腐食による発錆が認められるのに対して、Zn-Mg溶射では一切の発錆がない。100μm溶射膜厚の比較でZn溶射材の発錆時間が3か月にに対し、Zn-Mg溶射では18か月以上発錆せず、その耐食性はZn溶射材の6倍以上である。

図2は150μm膜厚のZnおよびZn-Mg溶射材溶接熱影響部のEPMA分析結果である。Zn溶射材では基材鋼側に約50μmの鉄亜鉛合金層が、また外表層には約50μmの亜鉛酸化層が生成している

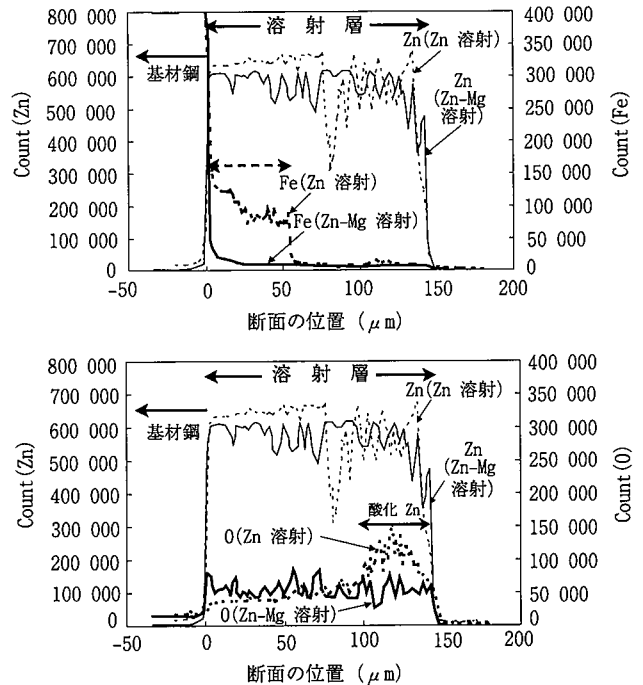


図2 溶射断面の溶接熱影響部のEPMA分析結果(入熱1.2kJ/cm)

	Zn溶射 (発錆あり)	Zn-Mg溶射 (発錆なし)
60 μm 膜厚		
100 μm 膜厚		

100μm膜厚時の発錆時間
Zn溶射：3か月 Zn-Mg溶射：18か月以上

写真1 溶接熱影響部を含む溶射面の耐食性評価結果例

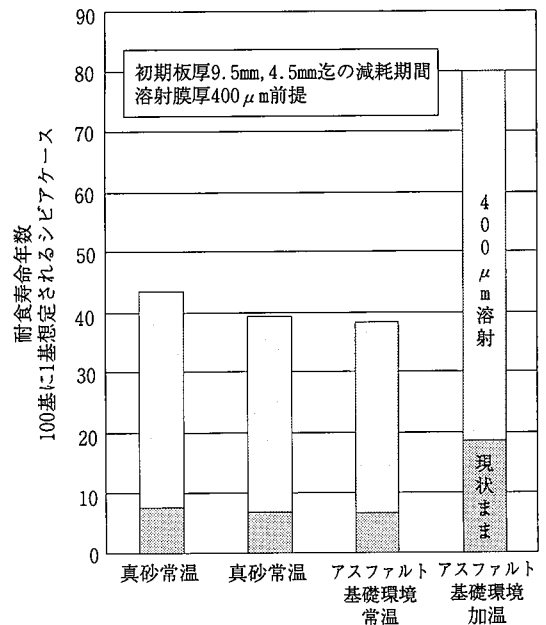


図3 Zn-Mg溶射鋼板の底板耐食寿命推定例

表2 石油タンク屋根材の曝露試験環境と曝露評価結果 (g/m²)

環境	鋼種	(1)廃水処理設備			(2)実タンク屋根		(3)石油タンク内
	雨水塩分濃度	5 000ppm			200ppm		希硫酸 ガス環境
A	飛散海塩粒子濃度	2 000mg/h・m ³			200mg/h・m ³		
	期間	3か月	6か月	12か月	3か月	12か月	
	Zn-0.5%Mg	36.5	36.4	193.3	8.3	39.3	2以下
	Zn	65.0	137.8	585.6	11.4	50.0	2以下
外観観察結果		完全白錆で 有意差ある	Znは赤錆 発生	いずれも 赤錆発生	初期錆で 差あり		腐食軽微

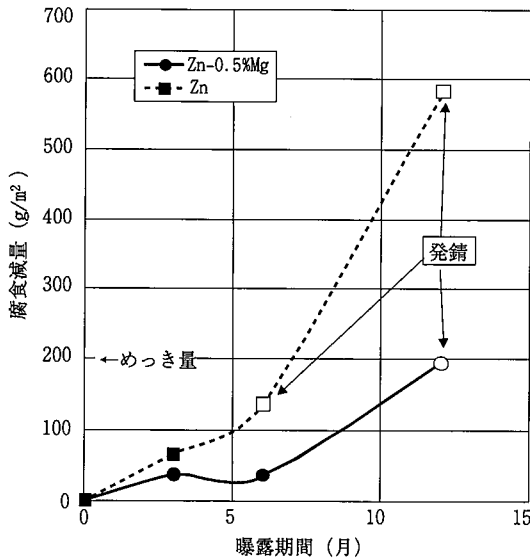


図4 Zn-Mgめっき屋根材曝露試験結果(排水処理設備環境)

が、Zn-Mg溶射材では殆ど生成せず、Zn-Mg溶射材が熱影響部の耐食性に優れる理由と考えられる。

以上の結果と詳細検討結果を総合し¹⁾、100基に1基想定される厳しい腐食環境の底板に、400μm膜厚のZn-Mg溶射鋼板適用した場合の耐食年数の推定結果が図3である。図2の結果から同じ膜厚でZn-Mg溶射はZn溶射の6倍以上の耐食性であるが、安全率を2として算出した。いずれの条件でも現状に対して約5倍程度の耐食寿命延長が期待できる。

3.2 屋根に関する実験・調査結果

表2に、供試材を出光興産(株)愛知製油所に曝露した結果を示

す。最も塩害の厳しい排水処理設備環境におけるZnめっきのめっき消失が6か月で137g/m²と大きくかつ発錆したのに対し、Zn-Mgめっきでは、6か月時のめっきの消失が36g/m²にとどまり発錆がないという良好な耐食性を示した(図4)。なお、タンク内に曝露した試験片は、12か月時点での腐食は極めて軽微で、石油タンク屋根の耐食寿命に最も影響が大きいのは外面腐食であることが同時にわかる。

4. まとめ

底板については従来検討から、アスファルト基礎、電気防食等の対策では、底板と基礎の間に隙間、水分が存在すると予想外の大きな腐食の生じる場合が明らかとなっている¹⁾。このような不安に対して、Zn-Mg溶射鋼板は隙間があっても十分な防食効果を発揮する犠牲金属が鋼に密着した電気防食鋼板であり、Zn-Mgの優れた耐食性、犠牲防食性能²⁾と良好な溶接作業性の両立を達成した。2001年には3万klタンク実機底板への適用を完了した。

また、屋根については、上述した知見に基づいてZn-Mgめっき鋼板が既に約60基の石油貯蔵タンクに適用され、優れた内・外面防食の実績を上げている。

参考文献

- 1) 加藤謙治, 児嶋一浩, 屋敷孝志, 石本裕保: エネルギー貯槽等技術基準と安全性, 2002-02, p.45-64
- 2) 西村一実他: JHPI, (337), 35 (1997)
- 3) 日本高圧力技術協会: HPIS-G-105-1989, 1989
- 4) 西村一実, 加藤謙治, 新頭英俊: 新日鉄技報, (371), 84 (1999)