

熔融亜鉛の微量成分が亜鉛めっきの防食性能に及ぼす影響

鹿児島大学 学生会員 ○渡邊真衣 赤塚創太 嶋田祐人
 鹿児島大学学術研究院 正会員 山口明伸 審良善和 小池賢太郎
 シーケー金属株式会社 大橋一善 山崎亮輔

1. はじめに

熔融亜鉛めっき鉄筋は、塩害環境下のコンクリート構造物における内部鉄筋の防食対策の一つとして挙げられる。JIS H 8641「熔融亜鉛めっき」では、亜鉛浴に使用する亜鉛に関して、JIS H 2017 に規定する蒸留亜鉛地金Ⅰ種、またはこれと同等以上の品質の亜鉛地金とすることが定められている。また、亜鉛浴組成に関して、亜鉛浴の純度は作業中 97.5%以上とし、品質及び作業性の向上に有効な金属を添加してよいと定義されている。ここで、蒸留亜鉛地金Ⅰ種の化学成分は、表 - 1 に示すように Zn のほか、Pb、Cd および Fe を含有している。また、Pb の代替として Bi を添加しめっき製造される場合もある。しかしながら、これらの含有成分が耐食性に及ぼす影響については、十分な知見が得られていない。そこで本研究では、塩害または酸害を受ける環境下での暴露試験を実施し、微量成分が及ぼす影響について検討を行った。なお、暴露開始は 2020 年 9 月であり、本報は暴露 3 か月までの結果について報告する。

2. 試験概要

2.1 供試体概要

図 - 1 に供試体概要図を、表 - 2 に供試体種類を示す。供試体形状は、70×150×3.2 (mm) とした。なお、供試体は暴露台上に固定するために、中央下端に 8mm の孔をあけた後にめっき処理を施した。素地の鋼材は SPHC-P を用いて、全面にめっきを施した。熔融亜鉛め

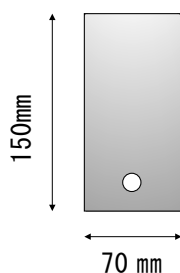


図 - 1 供試体概要図

表 - 2 供試体種類

No.	浴成分 (%)			浴温度 (°C)
	Al	Bi	Pb	
A	0.003~0.005	0	0	470
B	0.003~0.005	0	0.6	470
C	0.003~0.005	0	1.2	470
D	0.003~0.005	0.05	0	470
E	0.003~0.005	0.1	0	470
F	0.003~0.005	0.5	0	470
G	0.003~0.005	1.0	0	470
H	めっきなし			

きの目標膜厚は 70μm 前後として、浴温度 475℃で 5 分間浸漬させた。図 - 2 に初期のめっき膜厚を示す。Pb および Bi の含有率の増加に伴い、めっき膜厚が大きくなることが確認できた。このことから、Pb および Bi の添加がめっき製造の作業性に寄与していることを確認した。なお、Pb および Bi の含有率とめっき膜厚と関係は概ね同等であり、金属の違いによる影響はないものと考えられる。図 - 3 に今回作製した供試体のめっき皮膜断面の顕微鏡写真の一例を示す。純亜鉛層、合金層ともに十分に形成されていることを確認した。

2.2 試験方法

写真 - 2 に暴露状況を示す。暴露環境は、塩害環境として鹿児島湾内の海洋暴露場（鹿児島市谷山港）の海上大気中に、酸害環境と

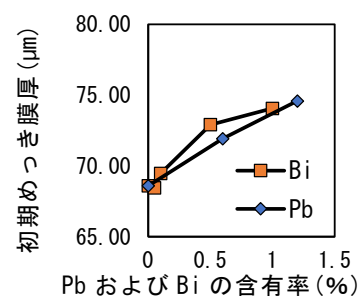


図 - 2 初期めっき膜厚

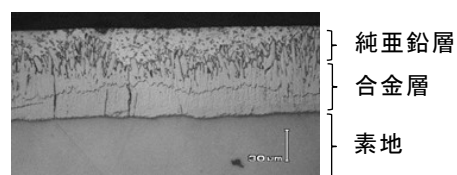


写真 - 1 顕微鏡写真

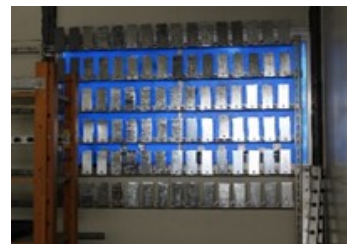
表 - 1 化学成分 (単位: %)

種類	Zn	Pb	Cd	Fe	Sn	Cu	Al
蒸留亜鉛地金Ⅰ種	98.5以上	1.3以下	0.2以下	0.025以下	—	—	—

して霧島温泉郷内の屋内暴露施設（鹿児島県霧島市）の2地点を選定した。海洋環境暴露は、護岸法線上に海向き（東向き）45度に設置した。また、酸害環境暴露は、硫黄泉源泉を引き込んだ暴露施設内の壁面に設置した。pH3程度の酸性温泉で硫黄の影響を受ける高湿度環境での暴露となる。



谷山港海洋暴露場
(塩害環境)



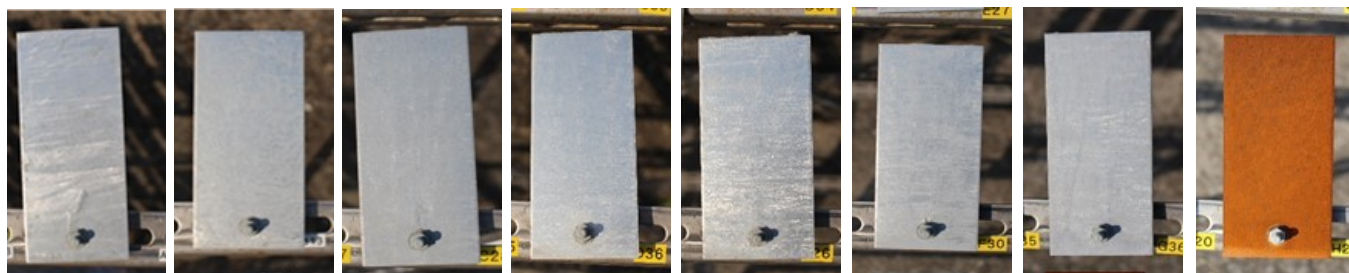
霧島温泉郷暴露場
(酸害環境)

写真 - 2 暴露状況

3. 結果および考察

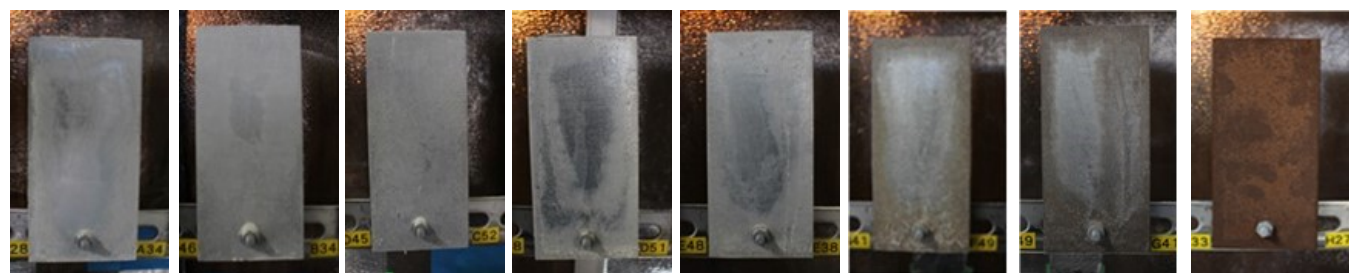
まず、写真 - 3 に塩害環境での暴露3か月の外観写真を示す。外観目視調査において、写真では判断し難いが、A～Gのめっき試験片には白錆の発生が、Hの素地鋼板には赤錆の発生が確認された。また、PbおよびBiの含有率の増加に伴い、白錆の発生量が若干増加することが確認できた。

次に、写真 - 4 に酸害環境での暴露3か月の外観写真を示す。こちらも外観目視調査の結果となるが、めっき試験片の内A～Eは白錆の発生が、FおよびGは赤錆の発生が確認された。腐食性の高い環境であり、塩害環境に比べて試験片ごとに明確な差が生じる結果となった。PbおよびBiの含有率の増加に伴い、白錆および赤錆の発生量が増加していることが分かる。なお、FおよびGの試験片における赤錆の発生は、純亜鉛層が消失し合金層が露出したことで、含有するFeによる錆が発生したと推察され、素地の腐食は目視では確認されなかった。



A(純亜鉛) B(Pb0.6%) C(Pb1.2%) D(Bi0.05%) E(Bi0.1%) F(Bi0.5%) G(Bi1.0%) H(非めっき)

写真 - 3 塩害環境での暴露3か月目の供試体状況



A(純亜鉛) B(Pb0.6%) C(Pb1.2%) D(Bi0.05%) E(Bi0.1%) F(Bi0.5%) G(Bi1.0%) H(非めっき)

写真 - 4 酸害環境での暴露3か月目の供試体状況

4. まとめ

塩害環境および酸害環境において、熔融亜鉛めっき鉄筋の耐食性は、PbおよびBiの含有量が影響することが推測できた。今後、元素分析を行い、より詳細に検討する予定である。