



# 溶融めっき鋼板の微細構造解析

八重樫 光<sup>1</sup>, 行澤 雅<sup>2</sup>, 藤枝 俊<sup>3</sup>

1株式会社淀川製鋼所呉工場 技術開発部

2株式会社淀川製鋼所 開発本部

3大阪大学大学院工学研究科

# 1. 研究の目的



55mass%Al-1.6mass%Si-Zn合金の溶融めっき鋼板（以下GL）は耐食性が高いことから、屋根や壁に使われることが多い。当社では1985年より製造・販売している。

建築物の長寿命化や改修頻度低減による省資源省エネへの要求は、今後ますます高まると考えられる。これに対して、素材の耐久性向上が大きく寄与すると考える。

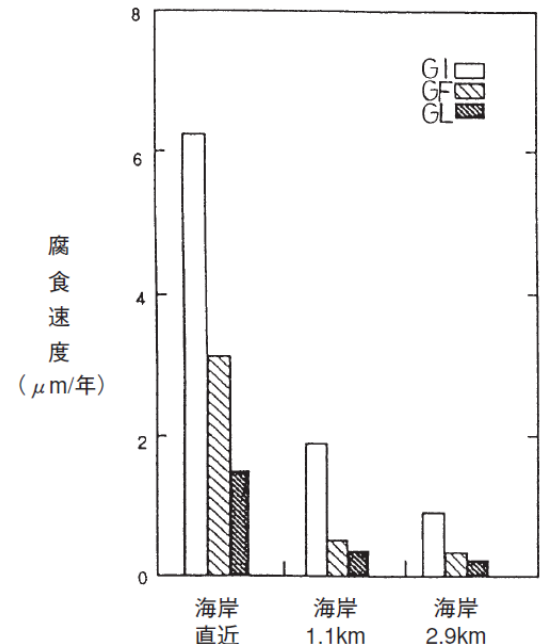
施工例

GLの耐久性はGI（溶融亜鉛めっき鋼板）に比べて高いことを示す研究結果が報告されている。

また、近年ではZnベースのめっきに数mass%のMgを添加して耐食性を向上させた商品が市販されている。Znの腐食生成物がZnOになることをMg<sup>2+</sup>が遅らせることで耐食性を向上させるとの報告がある。

M. S. Azevedo et al., Corrosion Science,90(2015)472-481, 482-490

腐食前のめっき金属中に含まれるMgの存在状態が耐食性に影響する可能性があるため、XANESでMgの状態を調べた。



（一社）日本金属屋根協会  
テクニカルレポートより引用

## 2. 実験方法

<測定対象>

めっき金属：55mass%Al-1.6mass%Si-(100-x)Zn-x mass%Mg (x=1~3)

素地：低炭素冷延鋼板

めっき方法：めっき金属を600°Cで加熱溶解

素地鋼板を熔融金属に浸漬、引き上げて表面のめっきを凝固させる

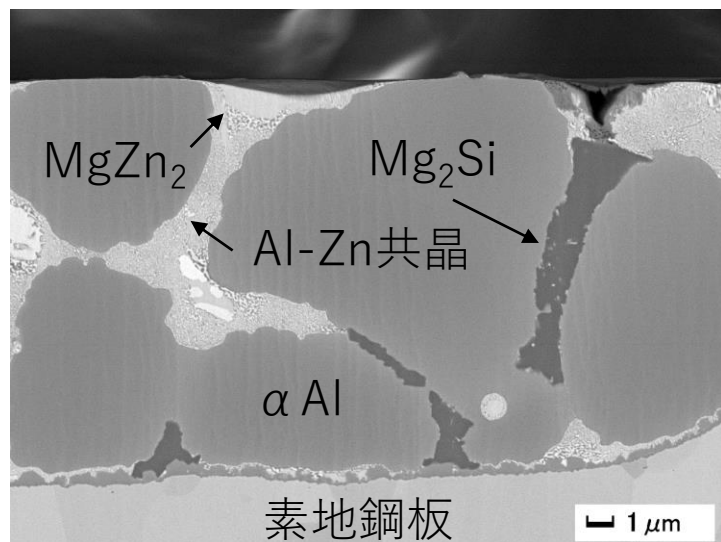


Fig. 1 めっき層断面のSEM像  
(GL+2mass%Mg)

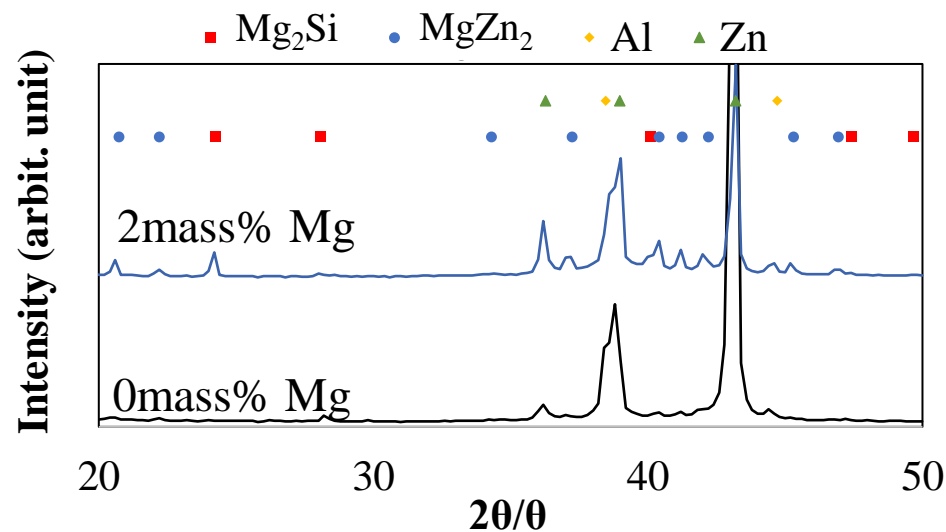


Fig. 2 XRD測定結果結果(Cu K α)

<参照試料>

Mg(OH)<sub>2</sub>

MgCO<sub>3</sub>

MgO

Mg<sub>2</sub>Si

※MgZn<sub>2</sub>は市販品が無く今回は対象外

<使用したビームライン>

・BL1N2 (軟X線)

<測定方法>

・全電子収量法 (TEY)

・部分蛍光収量法 (PFY)

# 3. 実験結果

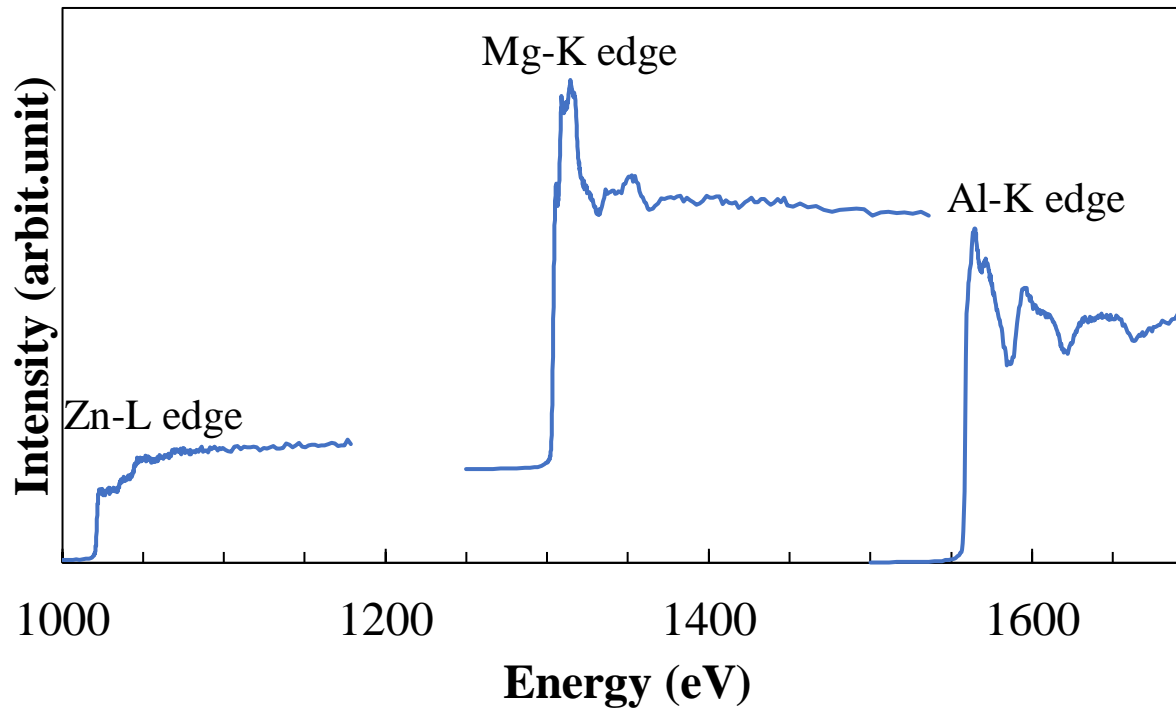
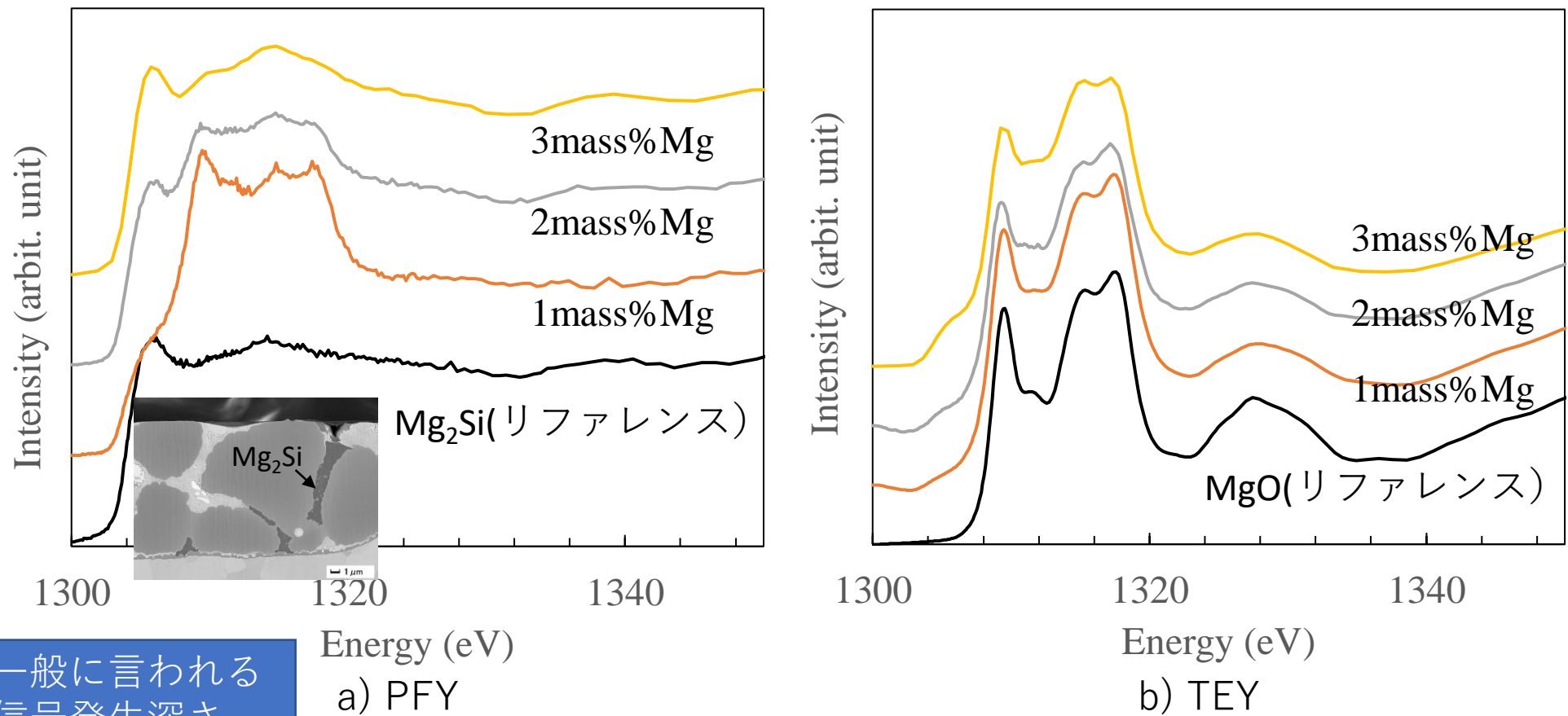


Fig. 3 GL+2mass%MgのPFY生データ

- Mg-K吸収端はZn-L吸収端とAl-K吸収端に挟まれている。
- Al 55mass% + Zn 約40mass%による大きな吸収の間に、1~3mass%Mgの弱い吸収があっても検出できない懸念があった。

実際の測定では明瞭なMg-K吸収端が見られ、問題なく測定出来た。

# 3. 実験結果



一般に言われる  
信号発生深さ

Fig.4 GL+MgのXANES測定結果

PFY (表面から数千nm) : Mg<sub>2</sub>Siとおおむね一致  
TEY (表面から数百nm) : MgOと一致

- めっき層表面のMgはMgOとして存在
- めっき後空冷 600°Cから200°Cまで2°C/secで冷却
- サンプル作製後XANES測定まで約半年大気中で保管

} 酸化の要因 5

# 3. 実験結果

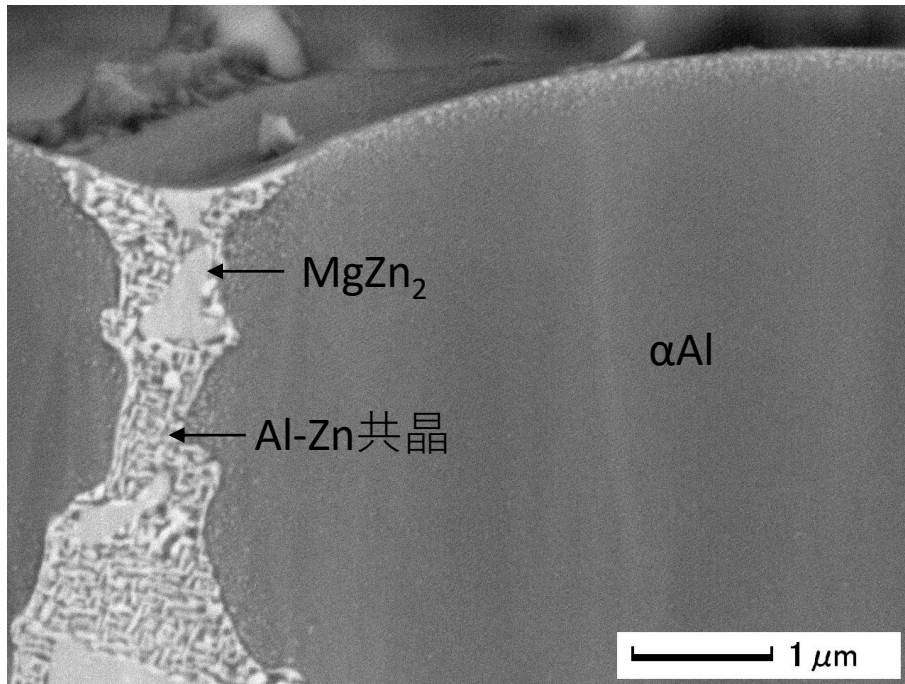


Fig.5 GL+2mass%Mgの表面近傍SEM像

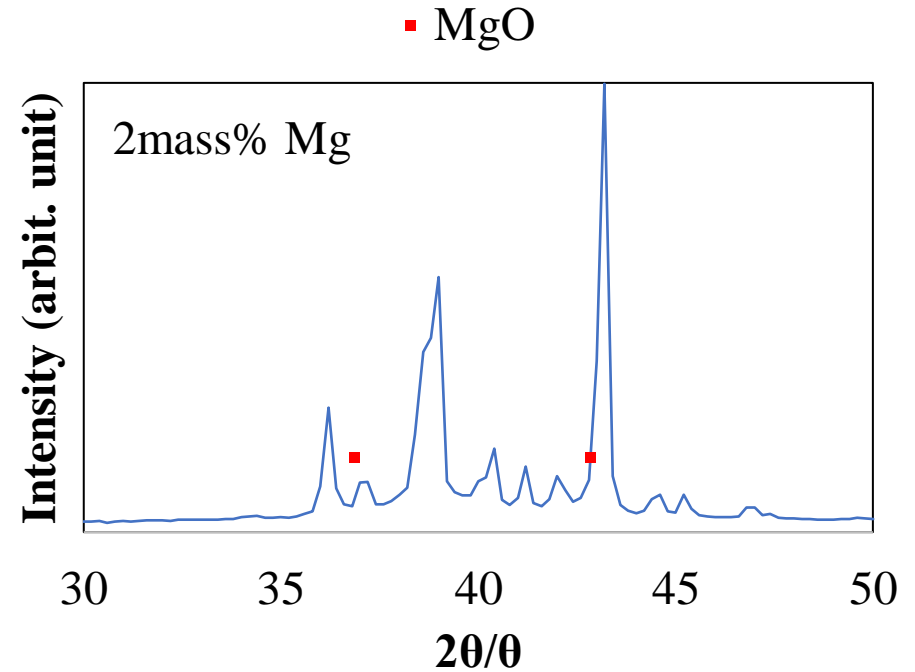


Fig.6 GL+2mass%MgのXRD(Cu-Kα)

SEM像（反射電子像）、XRDではMgOの存在を確認できなかった。  
XANESによってMgOを検出することができた。



# まとめ

55mass%Al-1.6mass%Si-Zn合金 (GL)に1~3mass% Mgを添加しためっき層中のMgに注目して、XANESを測定した。

以下の2点からMg-Kに注目した測定は困難が予想されたが、XANESは問題なく測定することができた。

①Mg-K吸収端はZn-LとAl-K吸収端に挟まれている。

Zn-L吸収端 : 約1020eV

Mg-K吸収端 : 約1310eV

Al-K吸収端 : 約1560eV

②主成分のZnとAlを合計すると、めっき層の90mass%以上を占める。

Mg-K吸収端の測定結果より、Mgの化学状態は以下の様に深さ方向で変化していると推定された。

表面から数千nm :  $Mg_2Si$ とおおむね一致

表面から数百nm :  $MgO$ と一致

以上

