亜鉛めっき鋼材の表面黒変現象の検討
＜設備の健全性診断＞

総合技術研究所

地中送電線用洞道内の溶融亜鉛めっき鋼材が、設置後短期間で黒く変色する現象が発生したため、この原因と材料の劣化状況について分析、検討を行った。その結果、洞道内の底部にたまっている水（アルカリ性）と高湿度により、表面の純亜鉛層が溶出し、合金層が露出して黒変したものであり、鉄素材は、劣化していないことが分かった。

1　現地の状況

地中送電線の洞道内は、底部に水がたまり、高湿度であった。この水は、アルカリ性(pH12.6)でNaが検出され、懸濁物中からCaが検出された。

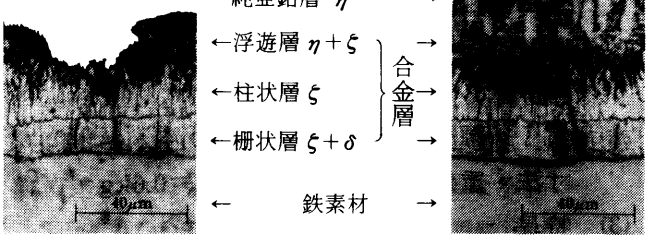
また、洞道内の湿度は80%以上であり、H_2S, NH_3などの腐蝕性ガスは検知されなかった。

2　鋼材の検査結果

現地から採取した鋼材と同一仕様の新材を対比して、次の検査を行った。

(1)　金属顕微鏡によるミクロ観察

第1図に示すように、めっき表層の純亜鉛層がなく合金層が現れているが、鉄素材は露出していない。



黒変亜鉛めっき層　　新材亜鉛めっき層

第1図　めっき層のミクロ組織

(2)　X線マイクロアナライザによる元素定性分析

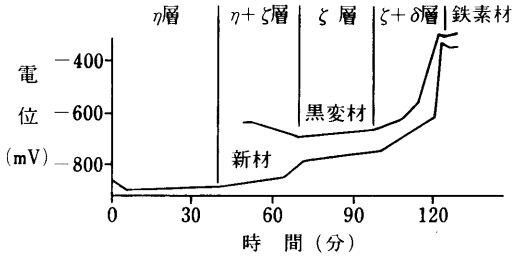
溶融亜鉛の含有成分（Zn、Al、Pb）以外にCa、Siが認められた。

(3)　X線回析による結晶構造の同定

主成分ZnOの他にZn、$Zn(OH)_2$、Feが認められた。

(4)　電解はく離法による電極電位測定

第2図に示すように、電位は異なるが新材と同様の電位推移を示しており、黒変は、η+ζ層とζ層の領域で起きている現象と考えた。



第2図　めっき層の電極電位の推移

3　黒変の再現試験

黒変の原因を確認するため、次のような暴露試験（ビーカテスト）を行った。

温　度　：　30℃

湿　度　：　飽和湿度

ビーカ底部水溶液：
- ケース1　NaOH　(pH12.6)
- ケース2　$Ca(OH)_2$　(pH12.6)

期　間　：　15日

その結果、試験開始後数日間で両ケース共に黒変したが、それ以上の進行はなかった。

また、これらの材料について2項と同様な検査を行い、同じような結果が得られた。

4　検討結果

検査および再現試験の結果、黒変の原因は、洞道内の高湿度とアルカリ水により、めっき層表面の純亜鉛層が溶出し、合金層が露出したためと考えられた。また、黒変は合金層における現象であるため、鉄素材自身の劣化はなく、強度上は問題がないことが分かった。

5　あとがき

電力設備の構造用材料として、溶融亜鉛めっきの鋼材が多く使われており、このような現象は各所に見られることと思われるが、この検討結果が現場の保守担当者の参考になれば幸いである。

（機械研究室）