埋設鋼管防食用塗覆装材の土壌応力に対する挙動

滝 口 周 一 郎* 蜂 巣 芳 雄*

Behavior to Soil Stress of Protective Coating and Wrapping Materials for Underground Pipeline

Shûichirô Takiguchi and Yoshio Hachisu

To learn the behavior to soil stress, a soil stress test was carried out with various protective coating and wrapping materials for underground pipeline.

The results obtained were as follows:

(1) Among the coating materials, coal-tar enamel showed the best resistance, the asphalt enamel ranked the second and blown asphalt the third.

(2) As for the wrapping materials tested, jute cloth was a little better and glass cloth was a little worse. The others held about the same rank

between jute and glass cloth.

(3) No coating without reinforcing wrappers showed good resistance.

(4) Coatings covered with whitewash showed higher resistance against soil stress than those without it, thus whitewash was effective to relieve soil stress.

(5) Polyethylene lining slid through the surrounding clay, and therefore it withstood well soil stress.

1. 緒 言

ガス、水道、その他の流体輸送用鋼管、あるいはケーブル保護管等は地下に埋設して使用する場合が最も多い。その場合外面の防食方法としては塗覆装による方法が広く採用されている。一方地下埋設管の外面には、土圧、車輪、建造物、地震などによる荷重が作用するので、その防食塗覆装が十分な機械的強度を必要とすることは、耐食性、耐水性、電気絶縁性ととともに重要なことである。

今般、電食防止研究委員会塗覆装小委員会の依頼により、各種塗覆装材類の機械的強度を比較する促進試験として、土壌応力試験を実施し、各種塗覆装の土壌応力に対する挙動を究明したのでその結果を報告する。

2. 供 試 材 料

試験片として使用した鋼板の材質は SS-34 (JIS G-1301) で、大きさは $3.2 \times 150 \times 250$ mm のものを用い、塗覆装 (12 種類)、覆装材 (9 種類) は表 1 に示す性状のものを使用した。

3. 試験片の調製

鋼板を脱脂、酸洗、乾燥したのち、それぞれ所定のプライマーを塗装し、ブロンアスファルトの場合には、まず針入度 20~30 の軟かいものを 200~210°C に熱溶融して注下し、1 mm 厚さにし、さらに 5~10、あるいは 10~20 のアスファルトを所定の厚さに塗り、さらに覆装材に含浸させたものを上にのせて、その上にアスファルトをかけ、覆装材の上の表層のアスファルトを厚くし

表 1 供試塗覆装材一覧表

塗 装 材				覆 装 材						
種 類	呼 称 針 入 度	針 入 度 (25℃)	軟 化 点 (℃)	種 類	厚 さ (mm)	引 張 り 強 さ (kg/50 mm 幅)		伸 び (%)		
						縦	横	縦	横	
ブ ロ ン ア ス フ ァ ル ト	5～10	9	129.5	ジ ュ ー ト 布	0.84	46.1	33.1	—	—	
	10～20	18	98							
	20～30	22	90							
ア ス フ ァ ル ト エ ナ メ ル	5～10 10～20	7 12	118 105	ビ ニ ロ ン ク ロ ス	0.53	45.6	42.8	15.9	16.0	
テ ト ロ ン ク ロ ス					0.90	34.9	29.7	19.3	17.5	
ゴ ー ル タ ー ル エ ナ メ ル	5～10 10～20	7.5 13	112 111	ガラ ス ク ロ ス	含 アル カ リ	0.16	112.6	95.9	—	—
					無 アル カ リ (単 繊 維 9μ)	0.13	103.2	103.2	—	—
					無 アル カ リ (単 繊 維 13μ)	0.13	124.5	104.9	—	—
鋳 鉄 管 用 滲 青 質 塗 料	常 温 型 焼 付 型	—	—	ガ ラ ス マ ッ ト (無 アル カ リ)	0.3	10.0	10.0	—	—	
タ ー ル エ ポ キ シ 塗 料	ポ リ ア ミ ド 型 ア ミ ン 型	—	—	ビ ニ ル テ ー プ	0.17	26.3	—	200～240	—	
ポ リ エ チ レ ン	高 圧 法	—	—	ビ ニ ル チ ュ ー プ	0.5	—	—	—	—	

* 日本鋼管(株)技術研究所 (川崎市南渡田町 2730)

た場合と薄くした場合の2種類を作った。

アスファルトエナメル¹⁾の場合も最初は針入度 20~30 のブロンアスファルトを塗り、その上に所定の針入度のアスファルトエナメルを塗装し、前述のブロンアスファルトの場合と同様にした。

コールタールエナメルについては所定の針入度のエナメルを同様に塗覆装した。各塗覆装材の組合せは表3のとおりである。

一重覆装と二重覆装の場合の厚さの関係を図1に示す。

図1 塗膜厚さの種類

4. 試験方法

内面トタン張りの長方形木箱（65×510×1,965 mm）を3箱用意し、その各々に底板を入れ、その上に、塗覆装を行なった試験板（150×250 mm）を1箱につき25~26枚ずつ、塗覆装面を上向きにしてランダムに配列した。なお、それらの相互の間隔はできるだけ少なくした。

一方、八草木節赤粘土（20メッシュ全通に粉碎したもの）6重量部に対し、水4重量部の比率で合計150 kg秤量し、粘土に水を加えて2日間静止したのち、十分混練りを行なったものを試験板面に塗るかぶせ、粘土層の厚さを20 mmになるようにした。

次に粘土の表面より1.2 mの高さ²⁾から250 Wの赤外線ランプ5灯を用いて照射加熱するとともに、扇風機

図2 土壌応力試験装置の全景

図3 粘土の亀裂状況

（ファンの径 300 mm）で送風して粘土を急激に乾燥させて亀裂を起こさせた。試験方法および粘土の亀裂状況を図2および図3に示す。

乾燥の終わった試験板を土壌中より取り出し、水洗、乾燥後、塗覆装の亀裂、剝離状態を肉眼観察するとともにホリデーディテクターによるスパークテストを行なった。

表2 変化の判定基準

(1) 亀裂および剝離の判定基準		(2) ホリデーディテクターによるスパークテストの判定基準	
付 号	変 化 の 程 度	付 号	スパークの状況
◎	異常なし	●	異常なし
○	表層の亀裂の軽微なもの	×	ごく一部にのみスパーク発生
○	表層の亀裂のはなはだしいもの	×	全面の約 30% 以内スパーク発生
⊗	表層の剝離の軽微なもの	×	全面の約 31% 以上スパーク発生
□	表層の剝離のはなはだしいもの		
△	中間層の亀裂したもの	(3) 中間判定および総合判定基準	
△△	中間層の剝離したもの	付 号	変 化 の 程 度
×	覆装材より下層に達した亀裂	A	異常なし
×	一部鋼板面に達した亀裂	Ⓐ	表層部に軽微な亀裂
×	鋼板面に達した亀裂のはなはだしいもの	B	表層部の亀裂が前項より発達
×	鋼板面に達した剝離のはなはだしいもの	Ⓑ	表層部の亀裂の外に軽微な剝離
		C	表層部の亀裂剝離相当発達
		D	亀裂剝離が表層に勿論中間層に達しているがスパークは発生しない
		E	亀裂剝離により絶縁不良となりスパーク発生

図 4 特徴のある塗膜の状況 (8サイクル後)

なお、このスパークテストは試験開始前に全試験板について実施して (スパーク長、一重覆装 7 mm, 二重覆装 10 mm), 異状のないことを確認した試料のみ供試々料とした。

以上の工程を 1 サイクル (乾燥日数 4~5 日間) と称し、8 サイクルまで繰り返して試験を行なった。

5. 試験結果

土壌応力試験の 8 サイクルまでの結果のうち、4, 8 サイクルの結果を表 3 に、塗覆装の変化に特徴のある試験片についての 8 サイクル後の塗膜の状態を示す写真を図 4 に示す。表 3 と図 4 とを比較対照して検討されたい。なお、表 3 中の付号は表 2(1)(2)(3)の判定基準に基づいてつけた。

6. 試験結果に対する考察

(1) 塗装材ではコールタールエナメル、アスファルトエナメル、ブロンアスファルトの順に土壌応力に対して

抵抗性を示した。

コールタールエポキシ塗料は外観の変化は少ない (図 4, No. 47~50) がスパークが発生したのは、膜厚 (1.1~1.3 mm) に対し、テストに適用したスパーク長 7 mm が長過ぎたためであろう。塗膜が他の瀝青質塗料より薄いのであるから覆装材もガラスマットのような薄いものが適していると思われる。

(2) 覆装材ではジュート、ピニロクロス、テトロクロス、ガラスマット、ガラスクロスの中でジュートがわずかにすぐれ、ガラスクロスがやや劣り、その他は前二者の中間にあって大体同程度の成績を示した。ピニロクロス以下の各覆装材はケバ立ちをよくすればジュートと同程度の成績を示すであろう。

(3) 塗装材のみで覆装材を併用しない場合は、併用した場合に比較すると、いずれの塗覆装材もはるかに抵抗性が劣る (表 3 No. 1, No. 6, No. 29, No. 32, No. 45, No. 46, No. 51, No. 54, 図 4 No. 1, No. 6, No. 46)。

(4) 土壌応力試験では上部覆装材の上の表層塗装材の厚さが最初の外観変化 (1~4 サイクル) に影響を与えるので、この点に十分注意して誤った判定を下さないことが肝要である。

(5) 二重覆装は一重覆装に比較して良好な成績を示すが、下部の覆装材の種類の影響は比較的少ない。それは 8 サイクルではそこまで作用が及ばないためであろう。

(6) この試験を実施する場合に塗覆装材の最上部にホワイトウォッシュ³⁾を塗布すると、粘土がスリップして実験ができないから注意を要する。今回の実験で失敗したので全部やり直した。そこで同じアスファルトジュート一重覆装に対してホワイトウォッシュの有無の比較を試験したところ、表 3 および図 4 の No. 75 と No. 7 のように明らかに差が認められた。

逆に実際の塗覆装鋼管にホワイトウォッシュを塗布すれば土壌応力に強くなることが判明した。この新事実はまだ内外の文献にも発表されておらず、ホワイトウォッシュの新しい効用が発見された。

(7) ポリエチレンライニングの場合も前述と同様に、粘土のスリップと、ポリエチレン自体の強度とのために土壌応力に対して非常に強い抵抗性を示し、今回の全供試々料中最も優秀な成績を示した。

(8) 本試験を実施するに当たって、最も注意すべきことの一つは試験板の周辺部をシールすることで、この注意を怠ると、周辺部からの剝離 (実際の塗覆装管には起こり得ない) で無意味な試験となる。

(9) その他の注意事項としては、粘土層の厚さ、乾燥速度、試験片の配列位置等である。再現性のある試験法

にするためには以上の諸点に留意することが大切である。

7. 結 言

各種塗覆装材の土壌応力に対する挙動を知るために、土壌応力試験を実施したが、本試験法はまだ試験条件が確立されておらず、今後その試験条件を再検討して、再現性のある試験法に育成することが必要であろう。

また、塗覆装鋼管を実際に数十年埋設しても、本試験のように、土壌応力によって塗覆装が亀裂剝離をはなはだしく起こした事例はまだ国内にはなく、実際と相当かけ離れた促進試験であるから、この点には十分留意し

て、誤解をまねかないようにすることが肝要である。

終りに臨み、塗覆装小委員会の重野主査以下各委員のご指導とご援助に対し深謝致します。

(昭和38年8月24日受理)

参 考 文 献

- 1) The Asphalt Institute: Asphalt Protective Coatings for Pipe Line. p. 77 (1956)
- 2) The Industrial Products Division of Johns-Manville: Pipeline Coatings and Wrappers A3 Point Study. p. 80 (1954)
- 3) American Water Works Association: Coal-Tar Enamel Protective Coatings for Steel Water Pipe. p. 8 (1957)

チオ尿素、ウロトロピン、銅イオン三成分系

インヒビターの酸洗い抑制効果 その1*

吉 野 努** 新 堀 忠 次** 馬 場 富 雄**

The Corrosion Inhibiting Effects of Three-Component Inhibitor (Thiourea-Urotropine-Cu²⁺) for Mild Steel in Acid Medium (Part 1)

Tsutomu Yoshino, Chûji Niihori and Tomio Baba

This investigation was made to evaluate the corrosion inhibiting effects of three-component inhibitor for mild steel in HCl. The results were as follows.

(1) One component of the inhibitor, Cu²⁺, generally accelerates the dissolution of mild steel in acid medium. However, Cu²⁺ was found to improve the corrosion inhibiting effect under its combination with thiourea and urotropine in suitable ratios.

(2) At low inhibitor concentration, the inhibitor showed the corrosion inhibition of higher than 99%.

(3) At 0.2% inhibitor concentration, the composi-

tion of the inhibitor showing the lowest corrosion rate was Cu²⁺ 0.003%, thiourea 0.057~0.097% and urotropine 0.10~0.14%.

(4) The effect of temperatures on the corrosion inhibition was not observed in the range of 30°C~80°C.

(5) The corrosion inhibiting effect of the inhibitor in H₂SO₄, H₃PO₄ or HSO₃NH₂ was as excellent as in HCl.

(6) The corrosion inhibiting mechanism was further studied by the rapid polarization characteristics.

1. 緒 言

火力発電所ボイラ、化学工場の装置を酸洗いする時注意しなければならないのは三価の第二鉄イオンとか銅イオンのような酸化性イオンである。これらのイオンはインヒビターの抑制効果を低下させ、鋼材の地肌を荒し、ある濃度以上になると孔食の原因になる。特に銅イオンの場合は還元剤を用いて第一銅イオンにしても置換反応を起こして鋼材表面に析出し、これが局部電池を形成して更に腐食を促進する。これら金属イオンが腐食を促進

することはGatos¹⁾によって詳細に研究され、酸洗いの場合の影響については坂本²⁾、福井³⁾らの研究がある。

このように腐食を促進すると考えられていた銅イオンがチオ尿素、ウロトロピンと適当な割合に組合せることによって、酸洗いの際の軟鋼の腐食に対しすぐれた抑制効果を示すことを見出した。しかもその腐食抑制効果が三つの成分のそれぞれ単独あるいは二つの成分の組合せではとうてい得られないほど高いものである。従来抑制効果を低下させると考えられていた銅イオンを微量加えることによってきわめて高い抑制効果が得られる。すなわち銅イオン必ずしも腐食促進剤でなく、使い方によっ

* 昭和38年4月1日 日本化学会第16年会(東京)にて発表

** 日東理化学研究所(浦和市上木崎163)