

模擬試験によるコンクリート中鋼材腐食速度測定(CIPE 法)における電流分布の検討

日本防蝕工業(株)技術研究所 正会員 ○阿部 健
 日本防蝕工業(株)技術研究所 正会員 竹子 賢士郎
 日本防蝕工業(株)技術研究所 正会員 山本 悟

1. 目的

コンクリート中鋼材の腐食速度を、分極曲線から求めたターフェル式を外挿することによって算出する CIPE 法を開発した^{1), 2)}。しかし、本手法は実構造物の分極測定時にコンクリート表面に設置した対極から流れる電流が直下の鋼材にどのように広がるか明確でなく、測定対象の面積が特定できなかった。そこで、コンクリート中の鋼材を模擬するために電氣的に一体化した分割鋼管を土壤中に埋設して通電を行い、各分割鋼管に流れる電流分布を調べることで CIPE 法において対極から測定対象に流れる電流の広がり方を検討した。

2. 試験方法

本試験の試験片はコンクリート中鋼材を模擬し、 $\Phi 25\text{mm}$ の SUS304 鋼管および SS400 鋼管（以下、SS 鋼管と略す）をそれぞれの形状に分割したものをを用いた。試験状況および対極の形状を図 1 および図 2 に、試験条件を表 1 の左側に示す。CIPE 測定では、コンクリート表面に分極測定用の対極（ $h50 \times w100\text{mm}$ ）を設置し、直下の鉄筋を測定対象として通電する。そこで本試験では、図 1 のように電氣的に一体化した各種鋼管を市販の川砂中に埋設し、土壌表面に図 2 のような分極測定用対極を設置した。このときの対極および対極直下の測定対象部の鋼管は長さ 100mm を 3 分割したものをを用いた。試験条件は、コンクリート中鋼材のかぶりや表面状態の違いが電流分布に及ぼす影響を調べるため、表 1 の左側に示すように、土壌表面からの深さや測定対象部の材質の組み合わせで 4 種類とした。試験 No.1 および 2 では健全な表面状態の鋼材を模擬するため SUS304 鋼管を、試験 No.3 および 4 では腐食した(活性な)表面状態を模擬するため、測定対象の上部を半割 SS400 鋼管とした。なお、土壌の抵抗率は $600 \Omega \cdot \text{m}$ であった。

通電電流密度は、対極直下の測定対象部の面積に対して $200\text{mA}/\text{m}^2$ (0.517mA)相当とした。このとき、測定対象部 A, B, C に流入した電流量を測定し、通電電流に対する割合を求め、CIPE 測定時の電流の広がり方を調べた。

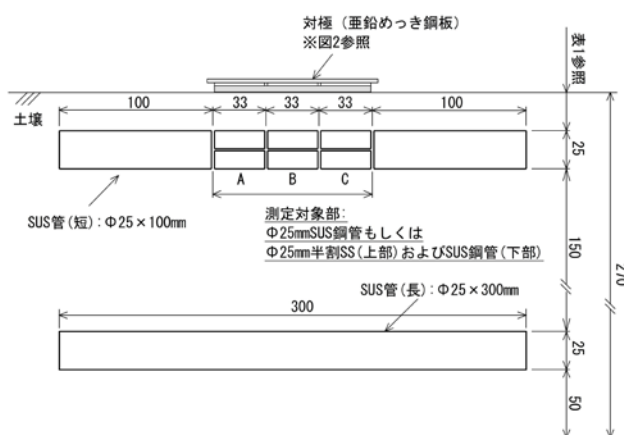


図 1 試験状況

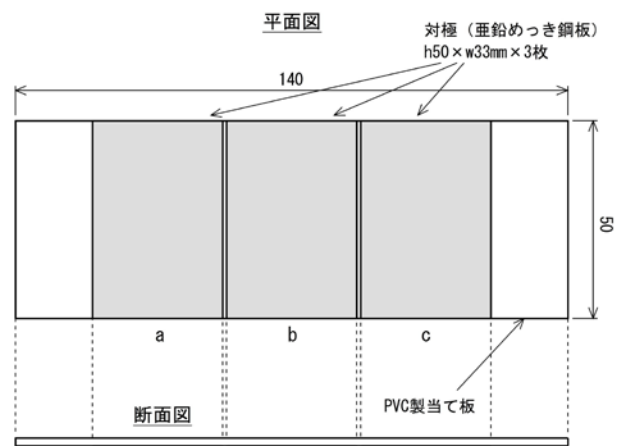


図 2 対極の形状

キーワード コンクリート中鋼材, 塩害, CIPE 法, 腐食速度測定, 非破壊検査

連絡先 〒258-0021 神奈川県足柄上郡開成町吉田島 3540-2 日本防蝕工業株式会社 技術研究所 TEL 0465-44-4114

3. 試験結果

CIPE 測定対象部に流入した電流の分布の結果を表1に示す。埋設深さが 25mm の試験 No.1 および No.3 では対極直下の各試片に流入した電流は 0.224~0.403mA であった。これは、目標の電流 0.517mA に対して 43.3~78.1% であった。また、これらの試片以外に流入した電流は 0.531~0.712mA であった。一方で、埋設深さが 45mm の試験 No.2 および No.4 の場合、対極直下の各試片に流入した電流は 0.195~0.287mA であった。これは、目標の電流 0.517mA に対して 37.7~55.5% であった。また、これらの試片以外に流入した電流は 0.756~0.944mA であった。このように、試片の埋設深さが深い程、電流が広い範囲に広がり、対極直下の試片に流入する電流の割合が減少した。このことから、CIPE 測定時にコンクリート表面に設置した対極から電流を流した場合、実際に対極直下の鋼材に流入する電流の割合は低下することが分かった。さらに、各試片に流入する電流は試験 No.3 を除き、A, B, C にほぼ均一に流入した。一方、試験 No.3 では、流入電流値は A が最も高く、C が最も低くなる傾向であったが、これは対極設置位置が試片の直上からずれたため、流入電流に偏りが生じたと考えられる。以上のことから、CIPE 測定時の測定対象部には、ほぼ均一な電流量が流入することが分かった。

対極から流出する電流の分布の結果を表2に示す。電流値は概ね対極両端に位置する a および c が高く、中央部に位置する b が最も低くなる傾向があった。これは、対極中央部 b は、両端の対極 a および c によって電場が制限されるのに対し、両端の対極は、より電場の制限を受けにくいために電流が広がりやすかったと考えられる。また、埋設深さが深い程、その傾向が強かった。このため、鋼材のかぶりが深い程、電流は広がりやすいことが考えられる。

4. まとめ

土壤中に埋設した分割鋼管の電流分布を検討したところ、対極からの電流は、直下の測定対象部に、目標の電流の 37.7~78.1% 程度流入し、直下の各試片に流入する電流量はほぼ均一であった。この結果から、CIPE 法によって実構造物の腐食速度を測定する際は測定対象部に流入する電流の割合を考慮する必要があることが分かった。また、このとき測定対象部に流入する電流は対極直下ではほぼ均一になるので、対極直下測定対象のほぼ均一な分極特性を調べられることが確認できた。対極からの流出電流は電場の制限を受ける中央部が最も少なかった。今後は、種々のモデルを作成し、有限要素法を用いて電流分布の解析を行い、適正な補正係数を求め、実構造物における CIPE 法による測定精度を高める予定である。

参考文献

- 1) 竹子賢士郎, 山本悟, 高谷哲: 分極曲線測定によるコンクリート中鋼材の腐食速度測定方法の開発, コンクリート工学年次論文集, Vol.36, No.1, 2014, pp.2092-2097
- 2) 竹子賢士郎, 山本悟, 高谷哲: 新しい分極曲線測定法によるコンクリート中鋼材の腐食速度測定, 土木学会第 69 回年次学術講演会, V-448, pp.895-896

表1 各試片の流入電流分布

No. 材質 深さ	部位	流入電流 (mA)	割合 (%)
1 SUS 25mm	A	0.294	56.7
	B	0.322	62.1
	C	0.224	43.3
	その他	0.712	—
2 SUS 45mm	A	0.213	41.1
	B	0.196	37.8
	C	0.195	37.7
	その他	0.944	—
3 SUS-SS 25mm	A	0.403	78.1
	B	0.320	61.9
	C	0.302	58.5
	その他	0.531	—
4 SUS-SS 45mm	A	0.287	55.5
	B	0.267	51.7
	C	0.246	47.7
	その他	0.756	—

表2 対極の流出電流分布

試験 No.	流出電流(目標電流:0.517mA) (mA)		
	a	b	c
1	0.587(13.5)	0.517	0.450(-11.5)
2	0.563(54.7)	0.364	0.633(63.3)
3	0.495(9.0)	0.454	0.610(31.5)
4	0.556(51.9)	0.366	0.637(48.9)

※()内は対極中央部に対する増減率(%)