

# 給水管におけるガルバニック腐食に関する研究

田村 聡志<sup>1\*,2</sup>・木伏 明人<sup>1</sup>・増子 知樹<sup>1</sup>  
稲員とよの<sup>2</sup>・小泉 明<sup>2</sup>

<sup>1</sup>東京都水道局 (〒163-8001 東京都新宿区西新宿2-8-1)

<sup>2</sup>首都大学東京大学院都市環境科学研究科 (〒192-0397 東京都八王子市南大沢1-1)

\* E-mail: tamura-satoshi@waterworks.metro.tokyo.jp

従来ステンレス給水管に使用され、現在も地中に多数残存している砲金製の継手等の腐食は、これまで漏水の原因の一つとなってきた。そこで本研究では、ステンレス鋼管と砲金継手等との間のガルバニック腐食の進行を、管対地電位を活用して評価した。まず、給水管や配水管の4種類の金属材料が6種類の土壌中で示す自然電位を実験室内で測定し、自然電位が時間の経過とともに大きく変動するものの、400日後には概ねステンレス鋼>砲金>鉛>ダクタイル鋳鉄の順となっていることを明らかにした。その上で、都内のほぼ全域において318柱のステンレス給水管を掘り上げて、管対地電位と最大腐食深さを測定し、管対地電位が高くなるほど砲金継手等の腐食割合が高まり、最大腐食深さも増大することを明らかにした。

**Key Words :** stainless steel, service pipe, galvanic corrosion, pipe to soil potential, corrosion depth

## 1. はじめに

水道の給水管には古くから鉛管が用いられていたが、凍結や外傷に弱く、漏水の原因となっていたため、昭和50年代からステンレス鋼管が使用されはじめた。ステンレス鋼管の採用当初は、サドル付分水栓(以下、サドル分水栓という)や継手部分は砲金(青銅)製であったが、ステンレス鋼管と砲金継手の土壌中での電位差によって、ガルバニック腐食(異種金属接触腐食)が生じる例がある<sup>1)</sup>ことが知られるようになった。このため、昭和60年頃から継手部分にもステンレス鋼が使用されるなどの改良が順次加えられ、現在ではサドル分水栓も含めて、配水管の分岐部から宅地内の止水栓までの給水管には全てステンレス鋼が使用されるようになってきている。しかし、過去に施工された砲金製のサドル分水栓や継手等(以下、砲金継手等という)は、給水管の取替えによって徐々に減少してきているものの、まだ多数残存している状況にある。これらの、ステンレス鋼管とともに使用されていた砲金継手等の腐食は、これまで漏水の原因の一つとなってきたため、地中に埋設されたステンレス給水管におけるガルバニック腐食のリスクを把握しておくことは重要である。

給水管の施工年や使用されている材料は、給水台帳や配管図等に示されているため、ステンレス鋼管と砲金継手等が混在している給水管はあらかじめ知

ることができる。しかし、ステンレス鋼は埋設されている土壌の種類や地下水位などの環境条件によって自然電位が大きく変動する<sup>2),3),4)</sup>ことが知られている。また、サドル分水栓での給水管と配水管との電気的絶縁性については、平成19年に日本水道協会規格で定められた<sup>5)</sup>が、それ以前は特に規定されていなかった。このため、サドル分水栓での絶縁性が十分ではなく導通している場合には、ステンレス鋼管や砲金継手等の電位が配水管の電位の影響を受けて変化していることが想定される。このように、図面等では知ることのできない環境因子によって給水管のガルバニック腐食の進行速度に違いが生じていることが考えられる。

このような埋設管の腐食防食状況を調査する方法については多数の研究があり、実用化されているものも多い<sup>6),7)</sup>が、その一つに管対地電位の計測がある。管対地電位は埋設管と大地に接地した照合電極とを電圧計で接続し、その間の電位差を計測するものである。この管対地電位の計測により、腐食の原因となる迷走電流の有無、酸素濃淡電池作用の有無、埋設管の腐食状況などを判定することができる<sup>8)</sup>。またガス導管では、埋設鋼管に電気防食を施工して、その防食状況の管理を管対地電位等の計測によって行う<sup>9)</sup>ことが一般的となっている。しかし水道管では、重要な送配水管の鋼管部において防食のために管対地電位が計測される例があるものの、一般には管対地電位による計測管理は行われていない。

本研究は、この管対地電位を活用して、ステンレス鋼管と砲金継手等との間のガルバニック腐食の進行を評価することを目的としたものである。ガルバニック腐食は、金属間の電位差を駆動力として起き、自然電位が低い方の金属が腐食するため、まず、2.では給水管や配水管に使用されている金属材料単体が様々な土壤中で示す自然電位を同じ条件で計測する。その上で、3.では複数の金属材料が接続している給水管の管対地電位の高低によって、ステンレス鋼管と砲金継手等との間のガルバニック腐食の進行がどのように異なるかを、実管路での調査によって明らかにする。

## 2. 給水管と配水管に使用されている金属材料の土壤中における自然電位の比較実験

異なる2種類の金属が土壤中で電氣的に接続していると、各金属の自然電位の差によってマクロセルが形成されて、自然電位がよりマイナス側の金属がアノードとなってガルバニック腐食が進行する。この場合、腐食速度は自然電位だけではなく各金属の分極特性に大きく依存する<sup>10)</sup>が、どちらの金属が腐食するかは自然電位によって知ることができる。この自然電位の序列としては、中性土壤中および水溶液中における種々の金属材料に対する実際の腐食電池列(Practical Galvanic Series)<sup>11)</sup>を示した例が見られる。しかし、給水管や配水管に使用されている金属材料が様々な土壤中で示す自然電位の経時変化を、同じ条件でそれぞれ比較をした例は見当たらない。そこで本章では、給水管と配水管に使用されている代表的な金属材料の土壤中での自然電位を同じ条件で比較する。

### (1) 実験方法

現在埋設されている給水管に使用されている材料として、ステンレス鋼(SUS316)、砲金(BC6)、鉛を、配水管に使用されている材料としてダクタイル鋳鉄を選定した。直径35.7mmのこれら4種類の材料を塩化ビニル製のホルダーに収めて、図-1に示すような曝露面積10cm<sup>2</sup>の腐食試験片を作製した。

一方、土壤環境としては、表-1に示すS1: 山砂、S2: Cl<sup>-</sup>を約1,000 ppmに調整した山砂、S3: SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>を約1,000 ppmに調整した山砂、S4: ローム、S5: 粘土、S6: 土丹の6種類を使用した。Cl<sup>-</sup>とSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>は、代表的な腐食性のイオンとして添加したものであり、特に、Cl<sup>-</sup>はステンレス鋼の不動態皮膜<sup>12)</sup>を破壊し、あるいは不動態化を妨げることが知られている<sup>13)</sup>。なお、Cl<sup>-</sup>などの濃度の単位ppmは、土壤から水に溶出する各成分の質量を土壤の乾燥質量に対する比率で表したものである。また、S2とS3では、山砂

のCl<sup>-</sup>とSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>の濃度がそれぞれ約1,000 ppmとなるように、S2ではNaClを、S3ではNa<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>を添加して調整した。これらの土壤を図-2に示すように120×120×120mmのプラスチック製腐食試験槽に収め、この中に腐食試験片と照合電極を設置して、両者を結ぶ電圧計によって自然電位を測定した。また、電位の測定は、各金属の電位が概ね定常状態に達したと考えられる測定開始後400日まで継続した。

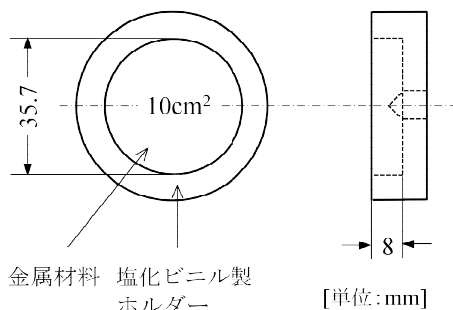


図-1 腐食試験片の形状

表-1 自然電位測定試験に使用した土壤の分析結果

土壤 No.	土壤 種別	含水率 (%)	pH	陰イオン濃度(ppm)		
				Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
S1	山砂	18.9	7.92	7.0	6.2	1.8
S2	Cl <sup>-</sup> を調整した山砂	22.4	7.38	1019	6.2	1.8
S3	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> を調整した山砂	19.6	7.43	7.0	914	1.8
S4	ローム	143	6.25	9.3	77.8	0.6
S5	粘土	32.0	5.72	27.3	1179	—
S6	土丹	27.4	5.30	25.5	2444	—

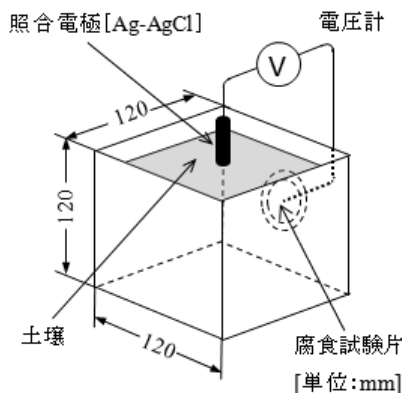


図-2 自然電位測定装置

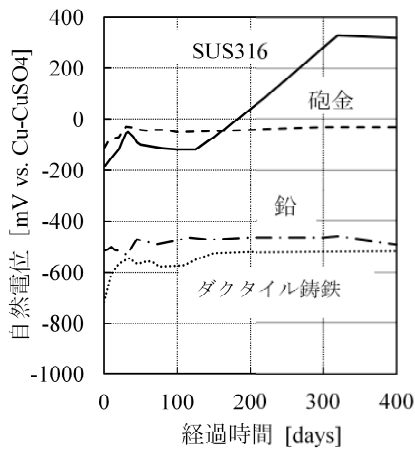


図-3 自然電位の経時変化  
：山砂 (S1)

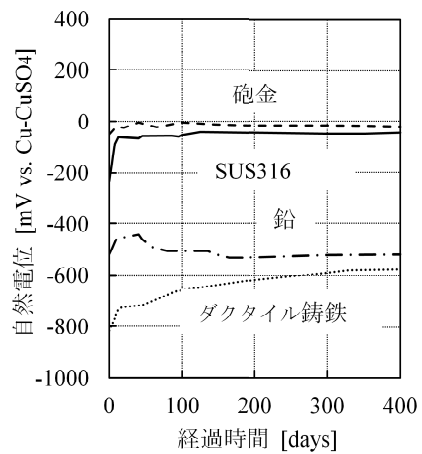


図-6 自然電位の経時変化  
：ローム (S4)

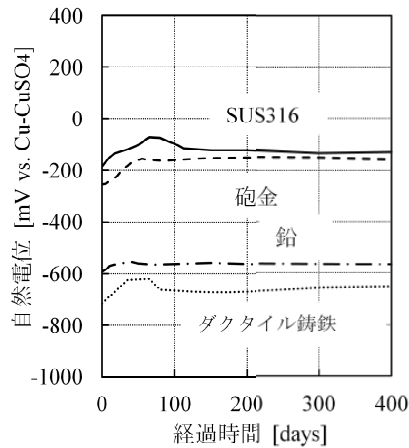


図-4 自然電位の経時変化  
：Cl<sup>-</sup>を調整した山砂 (S2)

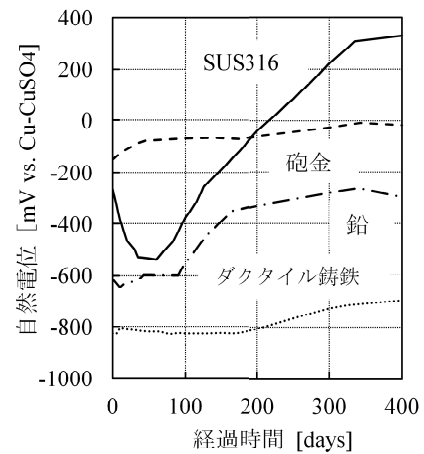


図-7 自然電位の経時変化  
：粘土 (S5)

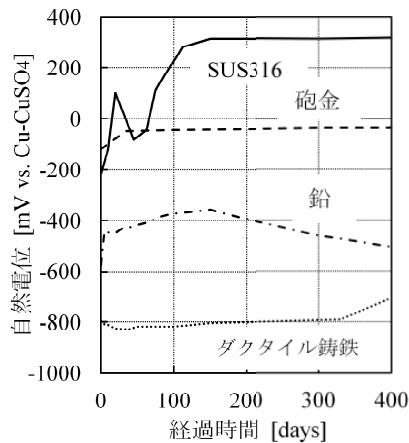


図-5 自然電位の経時変化  
：SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>を調整した山砂 (S3)

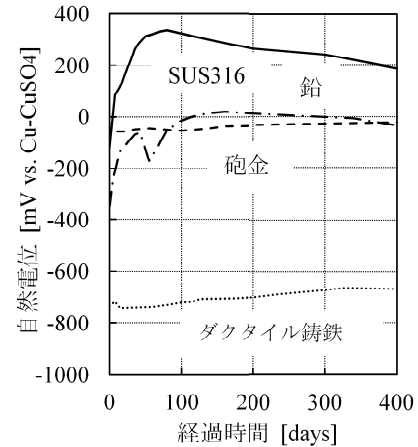


図-8 自然電位の経時変化  
：土丹 (S6)

## (2) 実験結果

図-3～図-8は、自然電位の経時変化を土壤環境別に示したものである。なお、本試験では、照合電極として銀・塩化銀(Ag-AgCl)電極を使用した。銀・塩化銀電極(標準水素電極基準199mV)を基準<sup>14)</sup>とした測定電位から117mVを差し引いて、土壤環境での測定で一般的に用いられている飽和硫酸銅(Cu-CuSO<sub>4</sub>)電極(標準水素電極基準316mV)を基準<sup>14)</sup>とした電位に換算して、図中に示した。また、本論文中でこれ以降の電位は全て飽和硫酸銅電極を基準とした値を示した。

### a) SUS316の自然電位

SUS316の自然電位は、400日の間に+350～-550mVと、極めて不安定で広い電位域に分布していた。また、Cl<sup>-</sup>を添加した山砂(S2)や、ローム(S4)のように砲金の自然電位に近い低いレベルで安定しているケースもあったが、その他の土壤では、不安定な時期を経て急激に電位が高くなり、+300mV程度で安定した。埋設後400日を経過した時点と定常値とみると、前者のケースは-39～-125mV、後者は+331～+192mVと二つの電位域に分けられた。

### b) 砲金の自然電位

砲金の自然電位は、いずれも埋設当初わずかに高電位方向へシフトする傾向を見せるが、その後は安定して、400日を経ても-11～-158mVと、狭い電位域に集中していた。

### c) 鉛の自然電位

鉛の自然電位は、SUS316と同様にその自然電位は極めて不安定で、埋設後400日を経過した時点でも-33～-551mVと広範囲に分布していた。粘土(S5)と土丹(S6)中の鉛は、SUS316とほぼ平行して高電位側へシフトする挙動を見せ、最も高い定常値を示す土丹(S6)中では、砲金と同レベルの-33mVまでシフトしていた。

### d) ダクタイル鋳鉄の自然電位

ダクタイル鋳鉄の自然電位は、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>濃度の低い土壤(S1, S2, S4)中では埋設後30日位で高電位方向に100～150mVほど大きくシフトするのに対し、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>濃度の高い土壤(S3, S5, S6)では当初から電位が低く比較的安定していた。しかし、ローム(S4)、粘土(S5)、土丹(S6)中のダクタイル鋳鉄は、その後徐々に電位が高くなる傾向が見られた。400日経過後における電位域は-520～-700mV程度と狭く、SUS316や鉛に比較すると安定していた。

## (3) 考 察

### a) 自然電位の経時変化

図-3～図-8に示した各材料の自然電位の経時変化によると、砲金の電位が長時間安定しているのに対して、SUS316の電位は埋設後しばらく極めて不安定で、その後高電位側へシフトしている。これは、

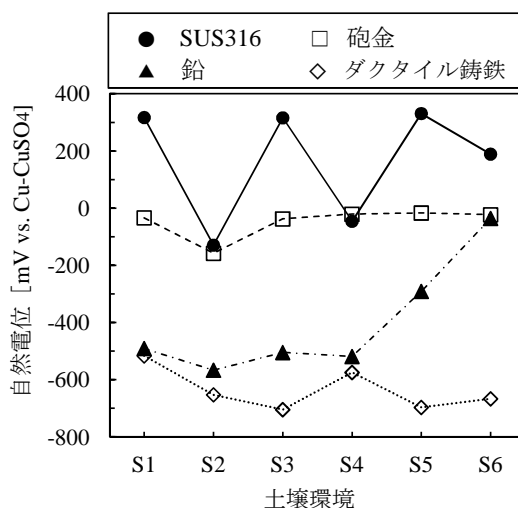


図-9 種々の土壤環境における各材料の自然電位

SUS316はCrを主体とする薄膜状の不動態皮膜を形成する性質を有する<sup>12)</sup>が、砲金は通常の環境ではそのような性質を持たないことによるものである。

SUS316の電位がマイナス側へシフトする場合には、不動態皮膜の一部が破壊された可能性が高く、その後プラス側へシフトする場合には、不動態皮膜が再生されたものと考えられる。ステンレス鋼の不動態皮膜は、酸化性環境では傷がついても瞬時に修復されるため腐食の進行は阻止されるが、還元性環境では、化学的、物理的に傷がつくとその箇所が腐食され、局部的に激しく進行することが知られている<sup>12)</sup>。本実験での電位の変化は比較的緩やかであるが、これは土壤が理想的な酸化性環境や還元性環境ではなく、様々なイオンや通気性などが複雑に影響を及ぼす環境にあることによるものと考えられる。

鉛も、SUS316と同様に土壤によっては電位が不安定に変化しているが、これは、鉛がPbCO<sub>3</sub>等による保護皮膜を形成する性質を有している<sup>15)</sup>ことによるものであり、ダクタイル鋳鉄は通常の環境ではそのような保護皮膜を形成しないため、経時変化も安定していたと考えられる。

### b) 土壤環境による自然電位の変動

400日を経過した後の各土壤環境中での自然電位の序列は、図-9に示すように、ローム(S4)において砲金とSUS316の序列がわずかに逆転している以外は、5種の土壤環境中では全て、SUS316>砲金>鉛>ダクタイル鋳鉄の順に並んでいた。この序列はこれまで文献で報告されている中性土壤中および水溶液中における実際の腐食電池列<sup>11)</sup>と同様の傾向であるが、本研究では、図-9に示すように様々な土壤環境における4つの金属の自然電位を同じ条件で比較して、ガルバニック腐食の駆動力となる金属間の電位差を明らかにしている。

この中の鉛について見ると、粘土(S5)と土丹(S6)

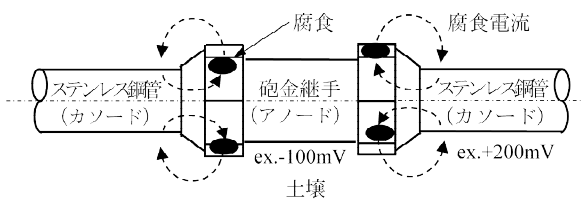


図-10 ステンレス鋼管と砲金継手のガルバニック腐食模式図

で高い電位となっている。これは、土壌中の高い濃度の  $\text{SO}_4^{2-}$  によって  $\text{PbSO}_4$  の保護被膜が形成されたことによるものと考えられる。

また、SUS316について見ると、Cl<sup>-</sup>を添加した山砂(S2)とローム(S4)で低い電位となっている。これは、Cl<sup>-</sup>を添加した山砂(S2)では、1,019ppm と高い濃度の Cl<sup>-</sup>によって不動態皮膜が破壊されたことによって低い電位を示したものと考えられる。また、ローム(S4)では、含水率が143%と高いことから不動態皮膜が不安定となり、低い電位を示したものと考えられる。ステンレス鋼の自然電位は、含水率が高くなるほど低い値を示すことが知られている<sup>2)</sup>。

このように400日を経過して自然電位が安定してきても、砲金の自然電位が-11~-158 mV と比較的狭い幅の中に集中しているのに対し、SUS316の自然電位は+331~-125mV と大きな幅をもって分布している。したがって、ステンレス鋼管と砲金継手等を接続させた給水管では、土壌環境の違いによって、電位差がほとんどなくガルバニック腐食が生じにくい場合と、電位差があり図-10のようにアノード側の砲金継手等にガルバニック腐食が生じやすい場合とがあることが明らかとなった。

### 3. 管対地電位による砲金継手等のガルバニック腐食のリスク評価

前章で、土壌環境の違いによって、砲金継手等にガルバニック腐食が生じにくい場合と、生じやすい場合とがあることが明らかとなったが、本章では給水管の管対地電位に着目して、砲金継手等のガルバニック腐食のリスク評価を試みる。

ステンレス鋼管に接続して砲金継手等が使用されている場合には、管対地電位はステンレス鋼と砲金の自然電位の合成電位として示される。つまり、電位が高くカソードとなるステンレス鋼では電位が低電位側へシフトする現象(カソード分極)が起こり電位が低くアノードとなる砲金側では電位が高電位側へシフトする現象(アノード分極)が起こる<sup>16)</sup>ため、給水管の各箇所では両者の自然電位の間の電位が管対地電位として計測されることになる。

図-9のように、ステンレス鋼の自然電位が土壌環境によって大きく変動するのに対して、砲金の自然電位は比較的安定しているので、合成電位である給水管の管対地電位によって両者の電位差の有無を

ある程度推定できる可能性がある。また、ステンレス給水管とダクタイル鋳鉄製の配水管や鉛製の給水管が電氣的に導通している場合には、管対地電位もそれらの電位の影響を受けて低い値を示すことが想定される。さらに、この給水管の管対地電位と砲金継手等のガルバニック腐食の進行に関連性を見出すことができれば、管対地電位によってガルバニック腐食のリスクを評価することも可能となる。そこで、本章では、実際に使用されている給水管において、管対地電位と砲金継手等の腐食の進行状況を調査してそれらの分布を示し、さらに、管対地電位の高低によって、砲金継手等の腐食の進行がどのように異なっているかを明らかにする。

#### (1) 調査方法

##### a) 調査対象と調査項目

島しょを除く東京都内のほぼ全域にわたる23区及び多摩地区の25市町において、318栓の砲金継手等を有する呼び径20または25mmのステンレス給水管を調査対象とした。なお、調査は昭和62年に開始しているが、埋設初期の腐食を対象とし、埋設経過年数の影響を排除するために、埋設経過年数4~8年のサンプルに限定して分析に用いている。

これらの給水管を掘り上げて、腐食の進行を表す指標として最大腐食深さを測定し、給水管の管対地電位との間にどのような関係があるかを調査した。

##### b) 最大腐食深さの測定

図-11に示す、砲金製のエルボ、ソケット、サドル分水栓用ソケット、止水栓の腐食深さをデプスゲージによって測定した。腐食深さは漏水に至る進行度合いを示す指標であり、ここでは測定値の最大値を最大腐食深さとして用いた。

##### c) 管対地電位の測定

電圧計のプラス端子からのリード線を止水栓に接続させ、マイナス端子からのリード線に接続した飽和硫酸銅電極によって、図-11に示すように、サドル分水栓近傍、止水栓近傍、両者の中間点の3点において、それぞれ給水管の上80cmと20cmの位置で電位差を測定した。

ステンレス給水管は、止水栓からサドル分水栓まで継手のネジによって導通しているため、管対地電

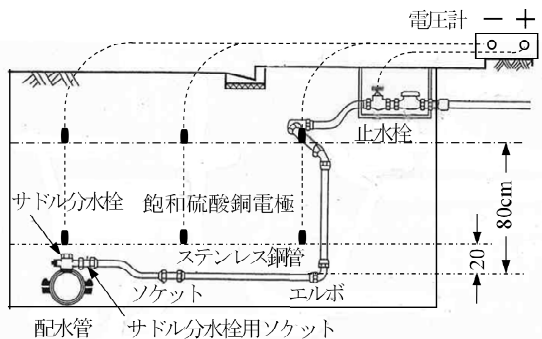


図-11 最大腐食深さと管対地電位の測定

位は、飽和硫酸銅電極と電極の直近の配管金属との間の電位差として測定される。その際、電極を給水管に限りなく近づければ正確な管対地電位を測定することができるが、給水管の直近まで掘削すると腐食環境を壊してしまう可能性があることや、一般的に行われている地表面での測定による値との違いを確認しておく必要性等から掘削途中の異なる深さで測定した。また、測定した電位は6点とも大きく違う値を示したが、管対地電位の値としては、ステンレス鋼の電位の影響が最も強く出ているケースを想定して、6点の測定値の最大値を採用した。

## (2) 調査結果

### a) 最大腐食深さと管対地電位の分布

最大腐食深さの分布を図-12に示す。全検体の内47%は全く腐食していなかった。また、53%は腐食を有し、そのうち16%は最大腐食深さが1.0mmを超え、3%は2.0mmを超えていた。

次に、管対地電位の分布を図-13に示す。ここでは、管対地電位を4つのレベルに分けて、それぞれの検体数が全体に占める割合を示しているが、全検体のうち30%が0mVを超える管対地電位を有していた。

### b) 管対地電位と最大腐食深さの関係

図-14は管対地電位を図-13と同じ4つのレベルに分けて、それぞれの最大腐食深さを示したものである。管対地電位が高くなるにつれて、腐食を有する検体の割合も高まる傾向が明瞭に見られ、0mVより高くなるとその割合は急に増大し、93%とほとんどが腐食を有していた。その中でも、最大腐食深さが1mmを超える検体の割合は、管対地電位のレベルが低い方から順に3%→6%→9%→38%となり、0mVを超えると急に増大している。

## (3) 考察

### a) 管対地電位と腐食進行の関係

図-14で示したように、最大腐食深さが1mmを超える、腐食が進行した検体の割合は、管対地電位が0mVを超えると急に増大している。これは、SUS316と砲金の電位の合成電位として示される管対地電位が0mVより高い場合には、図-9のS1, S3, S5, S6のように、SUS316の電位が高い状態である必要があり、その際、マイナスの電位を示す砲金との間の電位差は大きくなっているため、腐食が進行しているものと考えられる。また、管対地電位が0mV以下の場合には、図-9のS2やS4のようにSUS316の電位が低くなっていて、砲金との間の電位差が小さくなっているため、腐食が進行していないものと考えられる。

さらに、管対地電位が-200mV以下の場合には、ダクタイル鋳鉄製配水管の-520~-700mVと低い電位の影響を強く受けて、給水管の管対地電位が低くなるとともに、-11~-158mVと電位の高い砲金継手等がカソード、電位の低いダクタイル鋳鉄製配水管

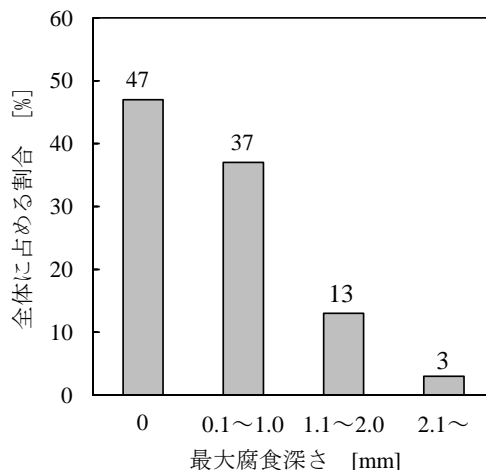


図-12 最大腐食深さの分布

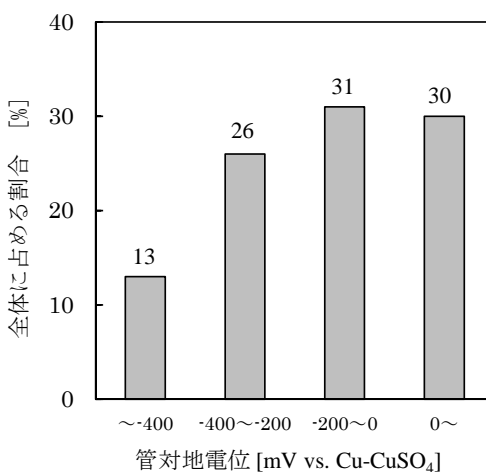


図-13 管対地電位の分布

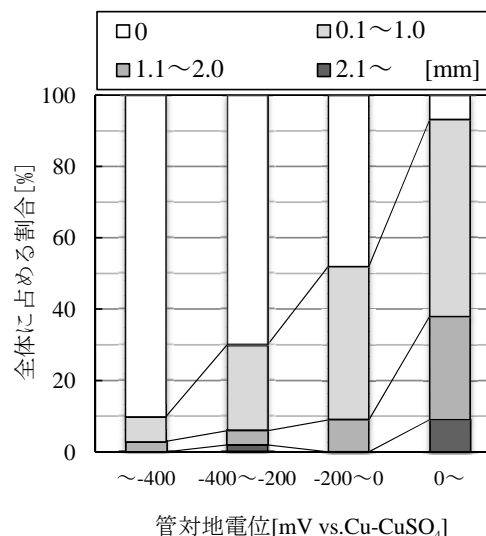


図-14 管対地電位レベル別の砲金継手等の最大腐食深さ

がアノードとなっているため、砲金継手等の腐食が進行していないものと考えられる。以下にこの関係をくわしく説明する。

図-9で示したように、SUS316の土壤中での自然電位は土壤によって異なるが、+331~-125mVとプラスの値を示すことが多く、砲金も-11~-158mVとそれに近い値を示している。しかし、図-13に示すように、給水管の管対地電位の約4割が-200mV以下の値を示しており、-400mV以下の値を示すものまで見られることは両者の合成電位からだけでは説明がつかない。したがって、この要因の一つとして、サドル分水栓で給水管がさらに電位の低いダクタイル鋳鉄製の配水管（-500mV程度）と電気的に導通していることが考えられる。

#### b) ガルバニック腐食のリスクと判断基準

図-10に示したように、ステンレス鋼管と砲金継手間のガルバニック腐食では、電位の低い砲金継手がアノード、電位の高いステンレス鋼管がカソードとなり、アノードからカソードに向かって腐食電流が流れ、アノードの砲金継手に腐食が生じる。

サドル分水栓の絶縁性は、この砲金継手等のアノード・カソードの位置づけと、その腐食の進行にも影響を及ぼすことになる。つまり、図-15のように、サドル分水栓での給水管と配水管の絶縁性が高い場合には、ステンレス鋼管と砲金継手等との間でガルバニック腐食回路が形成されて、電位の高いステンレス鋼管がカソード、電位の低い砲金継手等がアノードとなり、図-14の「0mV～」のように砲金継手等の腐食傾向が強くなったと考えられる。これは、図-10と同じ状況である。

一方、図-16のように、サドル分水栓での給水管と配水管の絶縁性が低い場合には、給水管と配水管の間でガルバニック腐食回路が形成されて、電位の高い給水管（ステンレス鋼管と砲金継手等）がカソード、電位の低いダクタイル鋳鉄製配水管がアノードとなるため、配水管の腐食傾向が強くなり、給水管の腐食傾向は弱くなる。このため図-14の「~-400mV」及び「-400~-200mV」のように砲金継手等の腐食率が小さくなったと考えられる。

このほかにも、古い鉛管が部分的に残っていて、ステンレス給水管と接続している場合には、図-9で示したように、鉛はSUS316や砲金よりも低い電位を示すことが多いため、その影響を受けて管対地電位も-200mV以下の値を示すことがあるものと推定できる。

以上より、管対地電位が0mV以上であることを一つの判断基準として、ステンレス鋼管に接続する砲金継手等のガルバニック腐食のリスクを推定することができる。また、管対地電位は、本調査での測定のように掘削をしなくても水道メータ付近でも簡易に測定することが可能であるため、給水管のガルバニック腐食の診断手法の一つとして有用であるといえる。

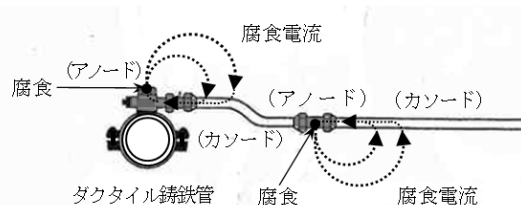


図-15 サドル分水栓での絶縁性が高い場合の腐食電流の流れ

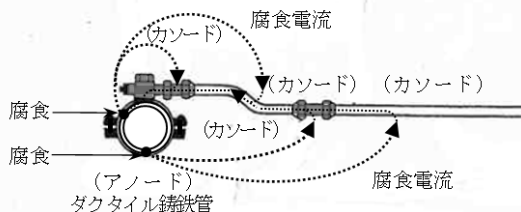


図-16 サドル分水栓での絶縁性が低い場合の腐食電流の流れ

#### 4. おわりに

本研究で得られた主な成果は以下のとおりである。

- 1) SUS316, 砲金, 鉛, ダクタイル鋳鉄を各種土壤中に埋設した場合、砲金とダクタイル鋳鉄の自然電位は比較的安定しているが、SUS316と鉛の自然電位は、SUS316の不動態皮膜や鉛の保護皮膜が不安定となることによって、時間の経過とともに大きく変動することが確認された。
- 2) 上記4種類の金属を6種類の各種土壤中に400日間埋設した後の自然電位の序列は、概ねSUS316>砲金>鉛>ダクタイル鋳鉄となっていることがわかった。
- 3) ステンレス鋼と砲金の間では、土壤環境の違いによって、電位差がほとんどなくガルバニック腐食が生じにくい場合と、電位差がありガルバニック腐食が生じやすい場合とがあることが明らかとなった。
- 4) 東京都内の318栓のステンレス給水管を対象とした調査によって、ステンレス給水管の管対地電位が高くなるほど砲金継手等の腐食割合が高まり、最大腐食深さも増大する傾向があることが明らかとなった。
- 5) 上記318栓のステンレス給水管の管対地電位には、ステンレス鋼と砲金の自然電位からは説明できない-200mV以下の低い値を示すものが約4割あることが明らかとなった。これはステンレス給水管が、サドル分水栓でさらに電位の低いダクタイル鋳鉄製配水管と電気的に導通していることが一つの要因となっていると考えられた。
- 6) ステンレス給水管の管対地電位が0mVを超えると、砲金継手等の腐食割合と最大腐食深さが急に増大することから、0mVを判断基準として、砲金継手等のガルバニック腐食のリスクを簡易に推定出来ることを示した。

なお、今後の課題としては、3章の考察で述べたように、給水管と配水管の電氣的導通が配水管の腐食の原因となっている可能性があるため、サドル分水栓での電気抵抗や腐食電流の流れ、配水管やサドル分水栓に被覆されるポリエチレンスリーブの効果などをさらに調査していく必要があると考えている。

#### 参考文献

- 1) 日本水道協会：水道維持管理指針，pp. 505, 2006.
- 2) 小林未子夫，木谷滋，根本力男，堀岡勝彦，金子智，井上裕夫：種々の条件下に土壤埋設したステンレス鋼の自然電位変化と腐食挙動，防食技術，第38巻第6号，pp. 327 - 332, 1989.
- 3) 木谷滋：土壤埋設ステンレス鋼管の腐食損傷，材料と環境，第41巻第9号，pp. 639 - 641, 1992.
- 4) ステンレス協会：水道用ステンレス鋼管土壤腐食試験－10年間埋設試験結果報告－，2001.
- 5) 日本水道協会：JWWA B139 水道用ステンレス製サドル付分水栓，2007.
- 6) 宮田義一，朝倉祝治：電気化学的手法を中心とした土壤腐食計測(その1)，材料と環境，第46巻第9号 pp.541 - 551, 1997.
- 7) 宮田義一，朝倉祝治：電気化学的手法を中心とした土壤腐食計測(その2)，材料と環境，第46巻第10号 pp.610 - 619, 1997.
- 8) 電気学会・電食防止研究委員会編：電食防止・電気防食ハンドブック，(株)オーム社，pp.185 - 191, 2011.
- 9) 社団法人土木学会：都市ライフラインハンドブック，丸善(株)，pp. 289 - 291, 2010.
- 10) 藤井哲雄：目で見てわかる金属材料の腐食対策，日刊工業新聞社，pp. 44 - 47, 2009.
- 11) 梶山文夫：土壤に埋設された鋼及び鋳鉄の腐食度と土壤特性，防錆管理，第52巻第6号，pp. 223 - 234, 2008.
- 12) 根本力男：ステンレス鋼の基礎と上手な使い方－ステンレス鋼の本質・製造・使用法－，日本工業出版(株)，pp. 9 - 11, 2009.
- 13) H.H.ユーリック，R.W.レヴィー：腐食反応とその制御(第3版)，産業図書(株)，pp. 76 - 80, 1989.
- 14) 長野博夫，山下正人，内田仁：環境材料学－地球環境保全に関わる腐食・防食工学－，共立出版(株)，pp.26 - 29, 2004.
- 15) 社団法人腐食防食協会：腐食・防食ハンドブック，丸善(株)，pp. 337 - 339, 2000.
- 16) ステンレス協会編：ステンレス鋼便覧(第3版)，日刊工業新聞社，pp. 296 - 298, 1995.

(2012. 5. 25 受付)

## Study on Galvanic Corrosion of Service Pipes for Water Supply

Satoshi TAMURA<sup>1,2</sup>, Akihito KIBUSHI<sup>1</sup>, Tomoki MASUKO<sup>1</sup>,  
Toyono INAKAZU<sup>2</sup>, Akira KOIZUMI<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Tokyo Metropolitan Government, Waterworks Bureau

<sup>2</sup>Graduate school of Urban Environmental Sciences, Tokyo Metropolitan University

The corrosion of bronze joints - used with stainless steel pipes and many of which remaining in the ground - has been one of the causes of water leakage. Therefore this paper evaluates the progress of galvanic corrosion between stainless steel pipes and bronze joints-equipped pipe to soil potential. First, we measured spontaneous potential of four metals used for service pipes and distribution pipes in six kinds of soil at a laboratory. The result showed that each spontaneous potential varied considerably with passage of time, then the order of the potentials was approximately SUS316 > bronze > lead > ductile cast iron, after four hundred days. In addition, we measured pipe to soil potentials and maximum corrosion depths of 318 pieces of stainless steel service pipes dug mostly in Tokyo area. The result showed that the proportion of corroded bronze joints and the maximum corrosion depth increases with an increase in pipe to soil potential.