

# 土中埋設鉄構造物等の腐食に関する土壌調査

鉄系構造物を埋設する土壌・土質の腐食に対する安全性の調査は、埋設物の長寿命化にとって欠かせないものです。当社は、地質、土質、環境調査、化学分析の専門家を擁し、土壌の鉄腐食に関わる土壌の腐食環境調査に取り組んでおります。

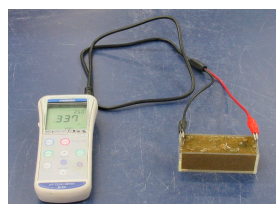
土中に埋設される鉄構造物として水道管、工業用水、農業用水や下水等のダクタイル鋳鉄管等の鉄製のパイプラインがインフラとして整備されています。これら以外にものり面のテールアルメ工法に用いる鋼製補強材(ストリップ)、地盤補強の鋼管杭工法に鋼管杭、太陽光パネルを支える鋼管杭(スクリュー杭、H鋼杭)等の鉄系の埋設物があります。

鉄系の構造物は使用される環境により腐食のしやすさが著しく異なります。土壌に埋設された鉄構造物も腐食し、その腐食のしやすさ、進行速度は土質により異なります。

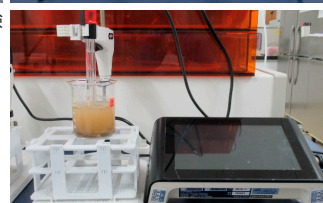
## 土壌の腐食作用

土壌の酸性や塩素イオンが鋼材の腐食を促進することは、広く知られております。しかし土壌に埋設された鋼材に対しては、その他にも比抵抗、Redox電位、硫化物、水分等が腐食に大きく影響します。これら特殊な調査について、当社で対応しております。

土壌が原因となる腐食環境としては、酸性土が典型的なものであります。この土壌は、三紀層の泥岩や凝灰岩に多いと言われておりますが、地層を見ただけで判別できるものではありません。pHはもちろん、腐食に関係する項目を漏れなく調査することが必要です。



左上=土壌抵抗箱による比抵抗試験  
右上=土壌硫化物の定性試験  
下=土壌pH試験



## 調査事例

- パイプライン(水道、下水、農業用水、工業用水の埋設配管)
  - ・ダクタイル鋳鉄管 埋戻し土の事前評価および供用中の状況調査 [ANSI A21.5-99]
- のり面工
  - ・テールアルメ工法 盛土材料の適正評価 [盛土材料の電気化学的性質に関する試験項目]
  - ・鋼材に接する土壌の適正評価(中詰土調査)
- 基礎工 鋼管杭施工個所の腐食性評価
- 太陽光パネル架台柱 鋼管杭等施工個所の腐食性評価



ダクタイル鋳鉄管現地掘削調査状況  
※今後の管路更新の資料とします。

籠枠工(強酸性土壌により溶接金網がボロボロ)  
施工前に土壌の調査をしていれば防げたはず!

当社では2種の規格で土壌の腐食性の評価が行えます

土壌の  
鉄系構造物に対する  
腐食性の調査方法

調査方法1

米国国家規格 ANSI/AWWA C105/A21.5

調査方法2

ドイツ工業規格 DIN50929 part3

調査方法1

米国国家規格 ANSI/AWWA C105/A21.5

土の腐食環境調査の調査項目、評価基準は、個別工法で決められている場合もありますが、基準がない場合にはダクタイル鋳鉄管についての土壌腐食性評価方法(米国国家規格 ANSI/AWWA C105/A21.5)を参考にすることが多いです。この評価方法は、比抵抗、pH、Redox電位、硫化物、含水比の5項目を調査して、表1に従いそれぞれの項目ごとに評価点数を付け、それらを合計して腐食性の有無を判定するものです。この方法では、合計点数が10点以上であれば腐食性土壌と判定されます。腐食性土壌と判定された場合、ダクタイル鋳鉄管にはポリエチレンスリーブ法による防食対策を考慮することとされています。

▶▶ 表1 土壌の腐食性評価基準(ANSI A21.5-99評価)

		測定項目	測定値	評価点数
比抵抗	土の電気抵抗の大きさを表します。電気を通しやすい(比抵抗が小さい)ほど腐食の進行は早くなります。水質で電気伝導度と言っているものの逆数です。	土壌比抵抗 ( $\Omega \cdot \text{cm}$ )	<1500	10
			1500~1800	8
pH	酸性、アルカリ性の指標です。測定方法としては、pH(H <sub>2</sub> O)のみならず過酸化水素で酸化処理した後にpHを測定するpH(H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )も測定します。その理由は、掘削した当初はpH(H <sub>2</sub> O)として中性またはアルカリ性であっても、空気と触れてから酸化されて強酸性となる場合があるからです。この原因は、土の中に含まれるパイライト(黄鉄鉱)等のイオウ化合物が酸化されて硫酸となることによります。	pH <sup>1)</sup>	1800~2100	5
			2100~2500	2
			2500~3000	1
			>3000	0
			0~2	5
			2~4	3
Redox電位	酸化還元電位とも言います。酸素が充分にある好気性か、酸素がない嫌気状態かの指標となります。嫌気状態では硫酸塩還元細菌が活動し硫酸塩を硫化物に還元します。細菌は硫酸塩を還元するときに、鉄表面の水素を利用し、鉄を一部硫化鉄(黒色のさび)として腐食します。	Redox 電位 (mV)	4~6.5	0
			6.5~7.5	0※
			7.5~8.5	0
			>8.5	3
硫化物	硫化物反応をみる定性試験です。硫化物は、腐食反応を持続させる復局剤として作用し、(硫酸塩を還元して硫化物を生成)されることが多いです。	硫化物	>100	0
			50~100	3.5
			0~50	4
			<0	5
水分	砂質土で常に排水がよく乾燥状態にある場合には、ほとんど腐食の心配はないといえます。しかし、粘土質の土で排水が悪く、常に湿潤状態にあるような土壌は腐食の起こりやすい環境と言えます。	水分	検出 痕跡 なし	3.5 2 0
			排水悪く常に湿潤	2
			排水かなり良し、一般に湿っている	1
			排水良、一般に乾燥	0

注1) pHが6.5~7.5の中性域の場合(表中の※印)、評価点数は0点であるが、硫化物が存在(検出又は痕跡)して、Redox電位が100mV以下である場合は、3点を加算する

規格化された土の腐食環境調査にはANSI(ANSI/AWWA C105/A21.5)の他にDIN50929 part3(ドイツ工業規格、以下DINと略す。)もあります。DINの評価対象は金属製パイプライン、容器・タンク、構造部品です。DINは調査項目がANSIに比べて増えますが、調査項目の評価点数の合計値から4段階の腐食リスクの指標を得て、さらに平均腐食速度推定ガイドラインを得ることができます。なお当社ではDINの試験方法は規格を参考にして一部を変更して行います。

均質な土壤に鉄構造物を埋設する場合、表2の9項目の調査項目により評価点数を付け、それらを合計してB<sub>0</sub>を得ます。

$$B_0 = Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 + Z_5 + Z_6 + Z_7 + Z_8 + Z_9$$

B<sub>0</sub>と表3より4段階の腐食リスクの指標を得て、表4により腐食速度の推定値を得ることができます。

▶▶ 表2 DIN 50929 part3土壤における評価による土壤の腐食性評価基準

調査項目	測定値	評価点数
Z <sub>1</sub> 細粒分含有量 (粒径0.06mm以下)	≤10	+4
	>10~30	+2
	>30~50	0
	>50~80	-2
	>80	-4
Z <sub>1</sub> 炭素含有量 (泥炭、沼沢地土壤、粘土、 湿地土壤、腐食土)(質量%)	>5	-12
Z <sub>1</sub> 酷く汚染された土壤 (燃料灰、スラグ、石炭片、コークス、 ごみ、瓦礫・廃液による汚染)	-	-12
Z <sub>2</sub> 土壤比抵抗	>50000	+4
	>20000~50000	+2
	>5000~20000	0
	>2000~5000	-2
	1000~2000	-4
	<1000	-6
Z <sub>3</sub> 含水比	<20	0
	>20	-1
Z <sub>4</sub> pH	>9	+2
	>5.5~9	0
	4~5.5	-1
	<4	-3
Z <sub>5</sub> アルカリ度	<200	0
	200~1000	+1
	>1000	+3
Z <sub>5</sub> 酸度	<2.5	0
	2.5~5	-2
	>5~10	-4
	>10~20	-6
	>20~30	-8
	>30	-10
Z <sub>6</sub> 硫化物含有量	<5	0
	5~10	-3
	>10	-6
Z <sub>7</sub> 水溶性塩類 (塩素イオン、硫酸イオン)	<3	0
	3~10	-1
	>10~30	-2
	>30~100	-3
	>100	-4
Z <sub>8</sub> 硫酸塩 (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )含有量	<2	0
	2~5	-1
	>5~10	-2
	>10	-3
Z <sub>9</sub> 地下水に 対する構造物 の位置	地下水なし	0
	地下水あり 時間変動する地下水	-1 -2

▶▶ 表3 均質な土壤へ埋設時の腐食性評価

B <sub>0</sub> 値	B <sub>0</sub> の値に基づく土壤分類	土壤の影響性
≥0	Ia	実質、影響性なし
-1~-4	Ib	弱い影響性
-5~-10	II	影響あり
<-10	III	強い影響性

▶▶ 表4 平均腐食速度推定値ガイドライン

総合評価 B <sub>0</sub> 値	腐食速度(100年)mm/年	孔食速度(30年)mm/年	備考
≥0	0.005	0.03	腐食は時間とともに減少
-1~-4	0.01	0.05	同上
-5~-10	0.02	0.2	同上
<-10	0.06	0.4	腐食は時間によらず一定