



室蘭工業大学

学術資源アーカイブ

Muroran Institute of Technology Academic Resources Archive



土壌による鋳鉄の腐食に関する研究(第2報) : 埋没深度の影響について

メタデータ	言語: jpn 出版者: 室蘭工業大学 公開日: 2014-05-27 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 杉田, 治八郎 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10258/3148

土壤による鑄鉄の腐食に関する研究 (第2報)

埋没深度の影響について

杉田 治 八 郎

A Study of the Soil Corrosion of Cast Iron (2)

Effect of Depth of Burial

Jihachiro Sugita

Abstract

In order to investigate the effect of depth of burial on the soil corrosion of cast iron, the present writer buried the cylindrical specimens at different depths in the volcanic ash soils of Tokachi District. Moreover, the various laboratory investigations were also attempted to make use of the same soils as the above mentioned. The results obtained in both field and laboratory tests are summarized as follows:

With depth of burial the corrosion decreased gradually near the surface of the ground or at considerable depths, but the specimens corroded more rapidly at the greater depths from 15-20 cm to 60 cm. Every penetration curve showed the two inflexion points. These may be mainly due to the differences of contents in soils of moisture, calcium, phosphate and water soluble matters.

1. 緒 言

さきに¹⁾, 保護被覆を施した鑄鉄の十勝火山灰土壤による腐食性について屋内および屋外試験を行ない, 処理法, 試験片形状, 土壤水分, 温度等の腐食に及ぼす影響について検討を試みたが, 今回は更に, 同一地土壤に於いて深度の方向に物理的および化学的性質の相異なる土層が見られることに着目し, 深度の変化が腐食に如何なる影響を及ぼすかについて種々の試験を行なった。比較の便宜上, さきの実験と同一の試験区土壤について, 円柱状市販鑄鉄のみを使用して実験を行ない, 次に述べる如き結果を得た。

2. 実験方法

2.1 屋外腐食試験

4 m × 9 m の矩形形状屋外試験区を設定し, 各頂点附近 I~IV の 4 区に於いて深度 5~35 cm, 矩形中心部に設けた V 区に於いて深度 5~45 cm に亘り垂直に埋没された各 1 組の試験片について腐食試験を行なった。試験片は, 旋盤で精密に仕上げた円柱状 (15 φ × 50 mm) のもの 6 個

を1組とし(V区のみ8個1組),各試験区に於ける試験片が常に一定配列を保って埋没され得る様に各片一端面に適当な刻印を施し,また端面に於ける腐食を防止すべく各片両端面をセロテープで封じた。埋没に当っては,初めに3/8"φ鉄棒を用いて土中垂直に穿孔し置き,15mmφ木棒により15φ×50mmの円錐状案内片を深度35cm迄圧入,次いで6個の試験片を所定の配列に従って順次埋没し,直ちに該当する表土を再び埋め戻した。各回試験終了後は,3"φ鉄管を深度45~50cmに打ち込み,埋没状態の試験片組を土壌と共に一挙に抜き去ってのち各試験片を取り出し,各片についてワイヤブラシ処理,セロテープ,附着土および鉄銹を除去,無水アルコール洗滌を行ない,腐食減量を精確に秤量した。

なお11月以降は表土の凍結が始まり,試験片抜き取りは次第に困難になった。

2.2 屋内腐食試験

a. 屋内埋没試験 前記屋外試験V区の附近に深さ約1mの細長い箱型溝を掘り出し,新らしく露出した側壁部について所定深さの土壌を採取して250cc広口瓶中に入れ,各瓶につき1個ずつの円柱状試験片(5φ×25mm)を埋没,密栓する。試験終了後の処理は2.1と同様である。

なお,各種分析に当っては,同様の方法で得られた該当土壌を試験に供した。

b. 細菌の影響 前報に於ける屋外腐食試験No.101~116で得られた鉄銹Aおよび屋内腐食試験(No.39~42,50°C,水分29.10~71.97%)で得られた鉄銹Bを後者試験用土壌と混合したものと鉄銹を含まぬものの3種類に分け,夫々について120°C,20分間オートクレープ中滅菌したものと未滅菌のものを作り,之等を0.5%寒天液30cc中に1%混入して20°Cに保ち,円柱状試験片(10φ×50mm)の細菌による腐食について検討を試みた。

以上2.1および2.2の実験に使用した3種類の円柱状試験片は同一の市販鑄鉄より作成したもので,その平均組成は第1表の如くである。

第1表 試験片の化学組成

T. C	G. C	Si	P	Mn	S
3.64%	2.41%	1.54%	0.354%	0.373%	0.100%

2.3 実験期間

本実験は昭和32年10月より昭和33年2月に亘り,帯広畜産大学に於いて行なったものであるが,各実験開始および終了年月日は次の如くである。なお,試験片No.211~258は屋外試験に使用した。

試験片 No.	年月日		年月日	
	年月日	年月日	年月日	年月日
211~246	32.10.18	33.2.20	271~281	32.11.13~33.1.6
251~258	32.11.27	33.2.20	285~287	32.11.26~33.2.12
260~266	32.11.27	33.2.12	290~292	32.10.2~32.10.28

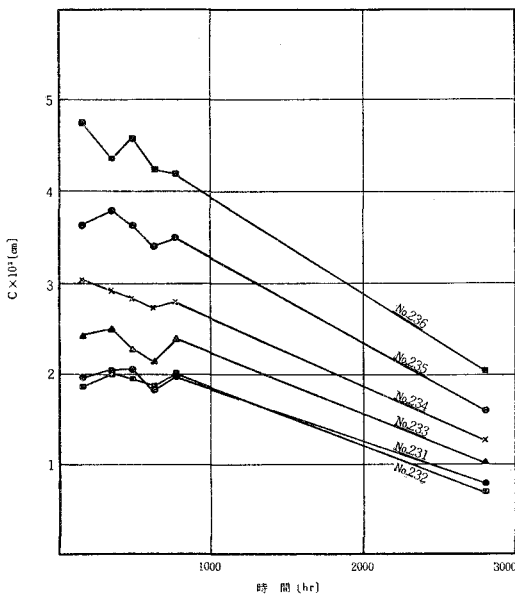
3. 実験結果および考察

3.1 屋外試験について

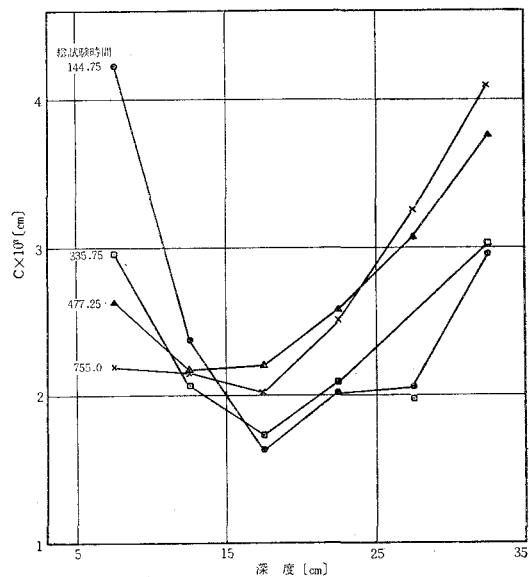
I~IV 区に於いて試験片 No. 211~246 を用い 6 期間, 2794.5 時間, V 区に於いて試験片 No. 251~258 を用い 1 期間 (I~IV 区第 6 期間に相当), 2039.5 時間の埋没腐食試験を行ない, 5 cm 毎の各片腐食減量を測定し第 2 表の結果を得た。また, 前報と同様に 100 日間平均侵食度 C [cm] (減少表面積の補正は行なわなかった)

$$\text{平均侵食度 } C = \frac{2400 \times (\text{腐食減量})}{(\text{比重量}) \times (\text{表面積}) \times (\text{総試験時間})}$$

を用いて侵食度一時間 (III 区例), 侵食度-埋没深度 (I 区例) の相関曲線を求め, 第 1 図, 第 2 図が得られた。



第1図 屋外侵食度の時間的变化 (III 区)



第2図 屋外侵蝕度の深度別変化 (I 区)

第 2 表下欄に於ける気象関係数値は, 帯広畜産大学構内にての村越氏観測結果²⁾ に基くものである。本実験区中 I~IV 区について, 各深度に於ける乾燥土壌基準含有水分 (以下の水分についても同じ) および土色を第 3 表に, pH 値を第 4 表に示す。各表供試土壌は夫々 10 月 24 日および 11 月 16 日採取分を使用, pH 試料は 4g に 2.5 倍量の水を加えて振盪, 静置後の上澄液について測定した。

第2表 屋外腐食試験結果

試験片 番号	重量 [g]	試験 分区	深度 [cm]	試験番号および腐食減量 [g]					
				1-1	1-2	1-3	1-4	1-5	1-6
211	63.7095	I	5~10	0.0433	0.0703	0.0887	0.1003	0.1177	0.1703
212	63.0009		10~15	0.0241	0.0488	0.0731	0.0869	0.1154	0.1656
213	63.8866		15~20	0.0165	0.0392	0.0733	0.0886	0.1068	0.2154
214	63.1109		20~25	0.0206	0.0493	0.0866	0.1087	0.1333	0.2654
215	63.7475		25~30	0.0212	0.0470	0.1038	0.1361	0.1745	0.3906
216	63.3969		30~35	0.0301	0.0717	0.1268	0.1721	0.2189	0.5502
221	63.4505	II	5~10	0.0292	0.0600	0.0826	0.0932	0.1056	0.1333
222	63.2719		10~15	0.0219	0.0439	0.0727	0.0963	0.1092	0.1460
223	63.0547		15~20	0.0226	0.0474	0.0720	0.0916	0.1020	0.1432
224	63.4774		20~25	0.0170	0.0412	0.0571	0.0840	0.0989	0.1538
225	63.3859		25~30	0.0202	0.0539	0.0802	0.1095	0.1390	0.2121
226	63.4985		30~35	0.0463	0.1010	0.1514	0.1884	0.2382	0.3891
231	63.5227	III	5~10	0.0202	0.0485	0.0692	0.0798	0.1064	0.1552
232	63.4279		10~15	0.0190	0.0484	0.0659	0.0861	0.1072	0.1371
233	63.5616		15~20	0.0250	0.0598	0.0763	0.0926	0.1287	0.2012
234	63.4370		20~25	0.0309	0.0696	0.0958	0.1183	0.1491	0.2495
235	63.7190		25~30	0.0371	0.0898	0.1221	0.1484	0.1876	0.3176
236	63.8508		30~35	0.0491	0.1042	0.1558	0.1865	0.2245	0.4041
241	64.0053	IV	5~10	0.0254	0.0514	0.0662	0.0749	0.1038	0.1261
242	63.4358		10~15	0.0184	0.0282	0.0469	0.0616	0.0866	0.1397
243	64.0951		15~20	0.0188	0.0329	0.0662	0.0923	0.1160	0.1634
244	93.7193		20~25	—	0.0643	0.1050	0.1435	0.1780	0.3631
245	63.3284		25~30	0.0291	0.0747	0.1017	0.1356	0.1719	0.2957
246	63.7050		30~35	0.0408	0.0847	0.1296	0.1605	0.1945	0.3979
251	64.2322	V	5~10						0.0275
252	63.0293		10~15						0.0210
253	64.5157		15~20						0.0553
254	63.2502		20~25						0.0483
255	63.2215		28~30						0.0496
256	63.2280		30~35						0.0550
257	64.4327		35~40						0.0487
258	63.6412		40~45						0.0809
総腐食試験時間 [hr]				144.8	335.8	477.3	616.8	755.0	2794.5 (V区のみ) 2039.5
各期間に於る雨量 [mm]				12.5	9.1	16.6	0	0	—
" 日射量 [cal/cm ²]				1860.4	1964.9	1301.0	1581.4	1461.9	—
" 平均温度 [°C]				5.8	5.6	5.9	3.2	— 1.0	—

第3表 I~IV区に於ける土色および水分の深度別変化

深 度 [cm]	土 色 お よ び 水 分 [%]							
	I		II		III		IV	
7	黒 褐 色	46.49	黒 褐 色	46.82	黒 褐 色	52.17	黒 褐 色	51.19
17	"	48.81	赤 褐 色	56.22	"	50.34	赤 褐 色	71.69
27	赤 褐 色	64.91	淡赤褐色	66.73	赤 褐 色	69.98	"	68.35
37	灰 褐 色	61.83	灰 褐 色	58.45	灰 褐 色	57.86	灰 褐 色	57.74

第4表 I~IV区に於ける pH の深度別変化

深 度 [cm]	I	II	III	IV
10	6.15	6.25	6.28	—
20	6.40	6.60	6.62	6.55
30	6.81	6.81	6.62	6.60
45	6.70	6.75	6.55	6.52
60	6.62	6.65	6.52	6.50

之等の結果から、本実験期間内に於ける程度の日射量および雨量では腐食に対して左程大きい影響を示さず、また pH 値は本実験土壌の酸性なることを示しているが深度別には大差なく、侵食度との相関性は認め難い。なお、表土凍結が行なわれてからの冬季寒冷期間に於いても、温度低下による腐食度の減少に拘わらず、少なからざる腐食の進行が認められる。

各深度について、試験開始後短時間内に極大腐食が行なわれる如く推察せられ、恐らくは試験片表面に保護被覆が速やかに形成せられるのによるものと考えられる。

また、土壌深度の増大と共に腐食度は減少するが、15~20 cm を越えると急激な腐食の増加が見られる。之について更に検討を進めるべく、2.2の実験方法により採取した深度 15~20 cm, 35~40 cm, 55~60 cm の3種類の土壌について分析を行ない第5表-1, 2の結果を得た。之より、後に述べる土壌水分の影響の他に、水可溶性物および磷酸の含量が少なく、カルシウムおよび未分解有機物が多い程土壌組成に起因する腐食度は小さく、酸性およびアルカリ性成分の多少が腐食速度に関係するものと考えられる。

第5表-1 供試土壌の深度別組成変化

深 度 [cm]	土 色	pH		全酸度	平均水分 [%]	灼熱損失 [%]	有 機 物 [%]	水可溶物 [%]
		H ₂ O (1:2.5)	1 N-KCl (1:2.5)					
15~20	黒褐色	6.22 (5.70)	5.10 (5.05)	1.197	42.07	53.70	7.28	0.528
35~40	赤褐色	6.30 (5.84)	5.21 (5.19)	0.582	46.56	49.03	4.83	0.167
55~60	灰褐色	6.19 (5.69)	4.95 (4.92)	1.197	44.12	51.65	2.81	0.165

(註) pHに於ける括弧内数字は振盪中の測定値を示す。

第 5 表-2

試料作成方法	深 度 [cm]	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	P ₂ O ₅	CaO	MgO	K ₂ O
pH4. 醋酸浸出*	15~20		2.2	47.0	0.98	141.5		89
	35~40		3.4	—	0.98	127.6		91
	55~60		2.1	23.0	0.98	78.5		91
炭酸ソーダ熔融**	15~20	52.53	6.32	19.73	0.565	7.17	3.47	
	35~40	52.10	9.22	19.19	1.150	5.74	2.98	
	55~60	62.65	4.35	19.98	4.148	4.95	4.71	

(註) *, ** による分析数値は夫々 [mg/100 g soil] および [g/100 g soil] で示した。

3.2 屋内試験について

a. 2.2 の実験方法により深度 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 cm に於ける 7 種類の土壌を採取, 試験片 No. 260~266 を使用して 250 cc 広口瓶中 3 期間, 1792 時間の腐食試験を行ない第 6 表の結果を得, 之を用いて屋内侵食度および pH の深度別変化の状態を第 3 図に図示した。供試土壌は 12 月 28 日に採取したものを使用, pH は第 5 表の如く 2.5 倍量の水を加え振盪後静置, 上澄液についての測定値と, 振盪中の値(括弧内数字)を示した。すでに見られた如く, 振盪中の pH 値は懸濁土壌粒子のため上澄液値より小さい。

ここに得られた結果より, pH は略々一定で, 深度 15~20 cm で腐食度は極小となり, 爾後深度の増加と共に腐食も増大し, 約 60 cm に達して再び腐食の減少が見られ 3.1 の屋外試験結果と合わせ, 本実験に於ける深度差に基く腐食の進行状態を再確認することが出来た。

b. つぎに, 前記供試土壌のうち深度 35~40 cm (水分 56.25%) のものについて, 140°C 乾燥土壌を作成, 蒸溜水にて水分 26~80% に亘る 7 種類の供試土壌を準備し, 之等による埋没腐食試験を純水および未乾燥土壌による試験と平行して行なった。試験片 No. 271~281 を使用し, 4 期間, 1227 時間の試験結果を第 7 表および第 4 図に示す。

第 6 表 屋内埋没試験結果

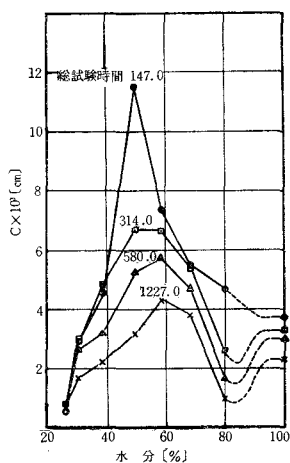
試験片 番 号	重 量 [g]	深 度 [cm]	土 色	pH	試験番号および腐食減量 [g]		
					2-1	2-2	2-3
260	17.7857	10	} 黒 褐 色	5.75 (5.40)	0.0095	0.0145	0.0299
261	17.5778	20		6.05 (5.80)	0.0070	0.0137	0.0530
262	17.7979	30	} 赤 褐 色	5.97 (5.75)	0.0131	0.0214	0.0583
263	17.6590	40		5.90 (5.70)	0.0166	0.0258	0.0650
264	17.6914	50	} 灰 褐 色	6.10 (5.90)	0.0160	0.0276	0.0658
265	17.8568	60		6.10 (5.70)	0.0241	0.0350	0.0816
266	17.8017	70		6.10 (5.80)	0.0169	0.0279	0.0836

(註) 灰褐色層は深度 80 cm 迄続き, 砂利層に変わる。

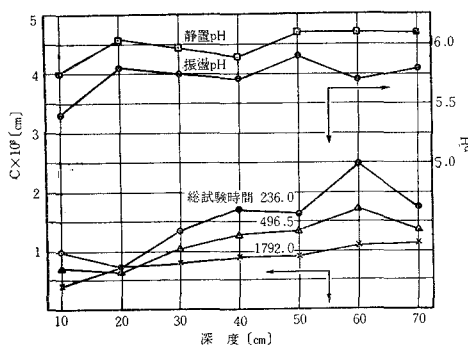
総腐食試験時間 [hr] 236.0 496.5 1792.0

第7表 土壤腐食に及ぼす水分の影響

試験片番号	重量 [g]	供試土壤	平均水分 [%]	試験番号および腐食減量 [g]			
				3-1	3-2	3-3	3-4
271	17.6566	乾燥土	26.46	0.0032	0.0103	0.0188	0.0361
272	17.3200	"	31.20	0.0175	0.0379	0.0625	0.0830
273	17.8730	"	39.21	0.0276	0.0627	0.0769	0.1121
274	16.9904	"	50.05	—	0.0853	0.1234	0.1579
275	17.7421	"	58.85	0.0444	0.0862	0.1367	0.2192
276	17.0414	"	68.61	0.0330	0.0694	0.1123	0.1903
277	17.6002	"	79.82	0.0282	0.0335	0.0394	0.0494
280	17.2660	水のみ		0.0224	0.0425	0.0703	0.1148
281	17.4142	自然土	56.25	0.0270	0.0454	0.0848	0.1315
総腐蝕試験時間 [hr]				147.0	314.0	580.0	1227.0



第3図 土壤水分に対する屋内侵食度変化



第4図 屋内侵食度および pH の深度別変化

No. 281 は 2 個の試験片 No. 281-1, 2 で得られた結果の平均を以て示したものであるが、略々同一水分の No. 274~275 と比較して腐食度が小さく、恐らくは後者供試土壤の乾燥に際して水可溶性物の酸化減少が行なわれ、ために乾燥処理後もとの土壤と同一水分のものを作成しても、自然土壤と人工土壤間に腐食度の相違が見られるものと思われる。

なお、前記供試自然土壤 (水分 45.09%) を使用し、円柱状試験片 (5φ×25 mm) No. 285~287 により 3 期間、1812.5 時間の屋内腐食試験を行なった結果、腐食試験前重量当り腐食減量 % の各片間最大偏差は第 1~3 期間に於いて夫々 0.005, 0.004, 0.025% で、実験方法に由来する誤差は殆んどないものと考えられる。

3.3 土壤腐食に対する細菌の影響

2.2. b. の如く処理した試験管内寒天液中へ6個の円柱状試験片 No. 290~292 を夫々封入、密栓し、380時間、20°C に保ち第8表の結果を得た。

第8表 細菌による腐触試験結果

試験片番号	重量 [g]	混入 銹	滅 菌	腐触減量 [g]
290-1	28.1614	A	処 理	0.0210
291-1	28.5325	B	"	0.0262
292-1	28.2484	—	"	0.0289
290-2	27.9898	A	未 処 理	0.0349
291-2	28.3669	B	"	0.0247
292-2	28.5034	—	"	0.0267

本結果からは滅菌液、未滅菌液による腐食差を認め難いが、更に詳細な研究を行なうことが必要と考えられる。なお、本試験開始後約1週間で、滅菌処理を施したものについては寒天液の混濁と各試験片表面上黒銹の発生が認められ、未滅菌処理のものについては寒天液は殆んど白色で赤銹の発生が見られた。試験開始後16日目に各浸漬液を少量取り出し、メタノール固定、染色後約800倍で検鏡、未滅菌側に細菌らしきものが若干見られたが確認するに至らなかった^{3,4)}。

4. 結 言

帯産畜産大学試験区に於いて、昭和32年10月18日より昭和33年2月12日に亘り、市販鑄鉄製円柱状試験片の十勝火山灰土壤による屋外および屋内腐食試験を行ない、次の諸点を知ることが出来た。

1. 深度の増加と共に腐食は漸減するが、15~20 cm を過ぎれば反転して急激な腐食の増大が見られ、約60 cm で極大に達し再び減少しはじめる。
2. 各深度について、試験開始後比較的短時間に極大腐食が見られる。また、厳寒季表土凍結期間中も相当程度の腐食が進行する。
3. 各深度についての侵食度は、土壤水分の増大と共に増加し約60%で最大となり、以下漸減するが100%附近で再び増加する。なお、乾燥処理後同一水分に調製した土壤は未乾燥の土壤より腐食性が少ない。
4. 土壤成分中、水可溶性物および磷酸が多く、有機物およびカルシウムが少ない程腐食性が大きい。

最後に、本研究の実施に当りご援助をいただいた、帯広畜産大学営農工学、土壤肥科学、

細菌学各研究室の諸氏ならびに本学本田重司、峨家泰愷の両氏に厚く感謝の意を表わす。

(昭和34年4月3日 日本化学会第12年会講演)

(昭和36年4月26日受理)

文 献

- 1) 杉田：帯畜大研報, **2**, 79 (1958)
- 2) 村越：帯広畜産大学気象月報 (1957)
- 3) 八木：工業用水, **3**, 235 (1957)
- 4) Romanoff, M.: Underground Corrosion p. 13 (U. S. Dep. of Commerce, 1957)