

VI-329

臨海部を想定した基礎鋼管杭の土壌中腐食試験

(財)電力中央研究所 正会員 山本広祐

(財)電力中央研究所 正会員 工藤康二

(財)電力中央研究所 正会員 西 好一

1. はじめに 臨海施設の中には、既に設計時に想定した耐用年限を越えるものがでてきている。耐用年限の終了後は、施設の必要性や劣化状態を踏まえた上で継続利用あるいは更新されることになるが、いずれにしても劣化状態を適切に見込んだ再評価の後に、既設構造物が有効利用できるかを判断するべきである。この場合、特に構造物全体を支持する基礎構造物の劣化度判定は重要であり、主たる評価因子は土壌中腐食である。しかしながら、臨海部における土壌中腐食の実態は十分調査・解明されていないのが実状である。このため、塩分など臨海部特有の環境に着目した土壌中腐食試験を実施して基礎データを取得した。

2. 土壌中腐食試験の概要 塩分を含んだ地下水が海の干満の影響を受けて12時間間隔で水位変動する場合を想定した土壌中腐食試験を実施した。以下にその概要を述べる。

(1)試験片の作成 試験片は、直径 ϕ 300mm、板厚 t 6mmの炭素鋼製鋼管杭から、長さ140mm、幅30mm程度を切り出すことにより作成した。試験片の表面は、既設の基礎鋼管杭の使用状態を考慮して防蝕材の被覆といった特殊な処理を行わなかった。

(2)土槽の作成 土槽には、通気性の極端に異なる砂（平均粒径0.2mm）およびレキ（平均粒径2.5mm）の2種類を用いた。土槽の側面および底面には通水（通気）孔を多数設け、水位変動に伴う土槽の充排水を抑制しないように注意した。試験片は土槽内に完全に埋設した。

(3)水位一定試験 砂土槽、レキ土槽が同時に入水槽を準備し、水槽内に各土槽を設置した後、模擬地下水を満たした。模擬地下水のNaCl濃度は、0%、1%、3%の3種類とした。なお、水槽内にも試験片を設置した。

(4)水位変動試験 2つの水槽間で12時間間隔に給排水を繰り返す水位変動装置を製作し、一方の水槽内に砂土槽、他方にレキ土槽を設置した後、一方の水槽内に模擬地下水を満たした。給水および排水にかかる時間はともに10分以下であり、一方の水槽が満水の時には他方の水槽は完全に空の状態になる。模擬地下水のNaCl濃度は、水位一定試験と同様、0%、1%、3%の3種類とした。なお、レキ土槽を設置した水槽内にも試験片を設置した。

(5)試験条件 試験片の総数は102本とし、模擬地下水のNaCl濃度は最も厳しいと考えられる3%（海水相当）で腐食状況を重点的に把握することにした。試験片の回収は200日（約半年）および800日（約2年）経過後を基本とした。その間のデータの取得も重要と考えられたが、土槽から頻繁に試験片を回収すると土槽の密度など、環境条件を乱しかねないことを考慮して最少限の回数にとどめた。ただし、データの補間を行いやすくする意味も含めて、水槽内に設置した試験片については回収する回数を増やした。3年以上の長期データは、もはや模擬試験では実際的でないと判断し、行わなかった。なお、実験室内の雰囲気温度は、ほぼ20℃一定である。

3. 腐食環境条件

表-1に使用した土槽の環境を示した。水位変動試験においては水槽から模擬地下水を排水した後の土槽の状態を十分把握しておく必要があることから、排水後の経過時間にそって飽和度、比抵抗などを測定した。砂土槽とレキ土槽の最も顕著な違いは、模擬地下水を排水して以降の飽和度であった。砂土槽の場合、30分経過後で飽和度が92%程度、12時間経過後で86%程度と模擬地下水の排水後もかなりの水分が残留していた。逆にレキ土槽では30分経過後で13%程度、12時間経過後で

表-1 使用した土槽の環境

土槽	NaCl濃度	測定項目	飽和時	排水後の経過時間				
				30分	1時間	3時間	6時間	12時間
砂	0%	含水比 w (%)	35.8	31.4	31.8	31.7	31.7	31.2
		飽和度 S_r (%)	100.0	91.6	92.0	85.1	86.7	85.8
		比抵抗 (Ωcm)	13900	24500	17200	14900	15300	14000
		1% 比抵抗 (Ωcm)	196.6	186.3	210.3	184.7	197.1	204.4
		3% 比抵抗 (Ωcm)	84.0	194.0	149.6	278.8	200.7	118.3
レキ	0%	含水比 w (%)	26.9	3.6	3.8	4.1	3.3	3.1
		飽和度 S_r (%)	100.0	13.3	14.4	15.5	12.1	11.6
		比抵抗 (Ωcm)	26100	605000	679000	574000	418000	623000
		1% 比抵抗 (Ωcm)	207.5	11500	7570	9400	7180	11200
		3% 比抵抗 (Ωcm)	82.4	3820	3850	4250	4090	2880

11%程度であり、模擬地下水の排水直後から間隙にかなりの空気が入り込む状況であった。比抵抗はNaCl濃度により極端な違いがみられたが、 $1k\Omega$ 以下の値が確認されたのはいずれも飽和度の高い（空気供給量の少ない）状態であった。また、飽和度の低い排水後のレキ土槽では、比抵抗が最低でも $3k\Omega$ 程度であった。このように、飽和度が高い状態では比抵抗が低く、逆に飽和度が低い状態では比抵抗が高いことから、比抵抗が腐食に直接的な影響を及ぼすような環境ではなかったものと思われる。

4. 試験結果の考察 表-2に約800日経過時の平均腐食速度を示す。また、図-1および図-2には、顕著な腐食の進行が確認されたレキ土槽および水槽内での水位変動試験結果を平均腐食速度の経時変化としてまとめた。

(1)水位一定試験 約800日経過時の平均腐食速度で 0.05mm/yr を越えるものがなく、明らかに小さい値となった。

(2)水位変動試験 砂土槽については、模擬地下水の排水後も飽和度が高かったことから水位一定試験と顕著な差が生じなかった。レキ土槽については、模擬地下水のNaCl濃度に応じて顕著な差が認められた。特にNaCl濃度1%と3%の平均腐食速度は、港湾施設における干満帯またはそれ以上の所で生じる腐食速度に相当する値であり、参考を実施した水槽内での試験結果を30%以上も上回るものであった。この事実は、レキ土槽の方が水槽内に比べて十分な空気量と適度な塩分環境が維持されたことを示すものである。また、NaClの存在による腐食程度の違いが顕著であることが把握できる。

表-2 約800日経過時の平均腐食速度

試験名称	土槽／水槽	平均腐食速度 (mm/yr)		
		NaCl濃度 0%	NaCl濃度 1%	NaCl濃度 3%
水位一定	砂	0.001	0.002	0.002
	レキ	0.002	0.003	0.002
	水槽	0.045	0.023	0.034
水位変動	砂	0.001	0.002	0.004
	水槽	0.030	0.282	0.413

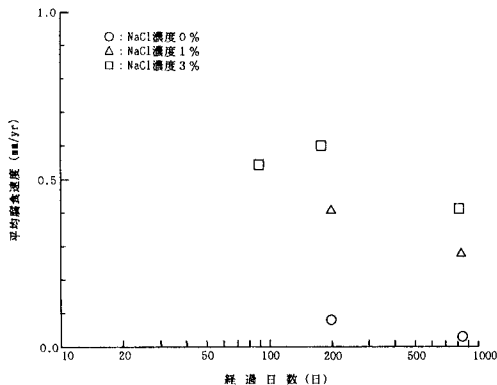


図-1 平均腐食速度の経時変化（レキ土槽）

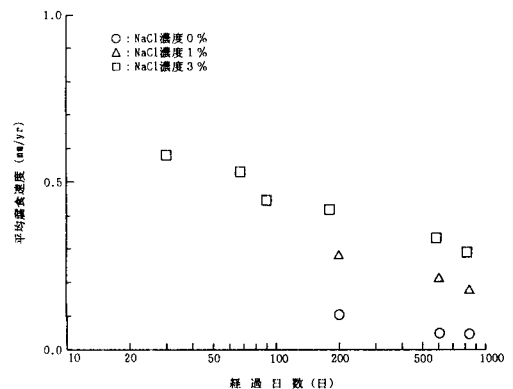


図-2 平均腐食速度の経時変化（水槽内）

5. まとめ 約2ヶ年にわたって行った土壤中腐食試験の結果を以下に要約する。

- ・水位一定試験では、土槽、水槽を問わず、平均腐食速度が 0.05mm/yr 以下であった。
- ・水位変動試験では、排水時の空気の供給量（土壤の通気）およびNaClの存在による腐食程度の違いが顕著であった。特に、NaCl濃度3%のレキ土槽では平均腐食速度が 0.4mm/yr を越える結果となった。

臨海部において地下水位の変動帯付近で腐食が顕著に進む可能性が確認されたことから、今後、現地での実構造物を対象にした調査を含めて腐食データの蓄積を図り、腐食環境評価の確立に役立てていきたい。

謝 辞 土壤中腐食試験の計画・実施にあたり、東京理科大学理工学部工業化学科の関根 功教授、湯浅 真助手、千秋 徹氏にご協力をいただきました。ここに、心から謝意を表します。