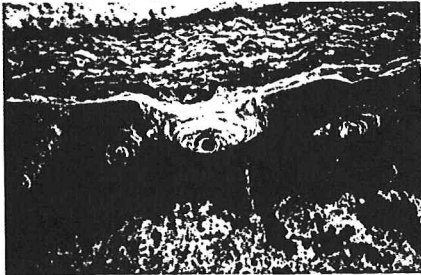


防衛大学校(正)○山口 晴幸

防衛大学校(学) 小林 弘樹

1.はじめに 著者らは、主に、地盤工学的立場から酸性雨問題について調査研究を遂行している。主要課題の1つとして、軟岩や残積土地域での岩、土の風化や劣化の促進問題を位置づけている。コンクリートは、いわゆる人工的に製造した礫岩とも見なせる。最近、コンクリートが溶解変質し、コンクリートつららの発生がマスコミ等を賑わし、大気汚染悪化のバロメータ的関心となっている。このような観点から、本報告では、コンクリートつららと酸性雨との関連について若干の考察を加え、地盤の風化や劣化促進問題へのアプローチに反映させることを試みている。

2.調査と考察 一般にコンクリートつららは、排気ガス等が充満しやすい交通網の発達した高架橋等で良く観察できると言われている。しかし写真-1はリゾート地域に位置する神奈川県三浦半島長井で観察したコンクリートつららである。築造後約20年のコンクリート構造物に十数本発達しており、最大のは長さ約40cmであった。つららはうず巻(春巻き)のように周面方向に成長し、内部は空洞で、液体で満たされていた。つららが成長している周辺のコンクリート壁には、多数の亀裂が発達し激しく劣化していた。また空洞を通して流下するつららからの液滴によっても、コンクリート床盤は激しく劣化していた。周知のことと思うが、図-1よりつららの成長は炭酸ガス(CO_2)が溶解した液体によるコンクリートの炭酸化($\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{CaCO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$)に起因していると言える。



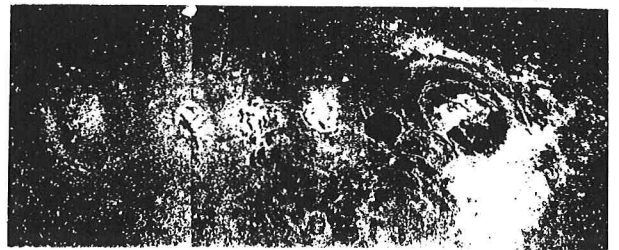
(b) コンクリートつららの内部



(c) 空洞状態の内部



(a) 十数本成長したコンクリートつらら



(d) 液滴の落下によるコンクリート床盤の劣化

写真-1 コンクリートつららの状況とコンクリート劣化 (1993.11.20)

しかし図-2と表-1に示す液滴の陰イオン組成を見ると、 SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 NO_2^- の濃度が非常に高く、これらのイオン成分の化学反応によってコンクリート床盤の劣化が助長された可能性がある（ $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{HNO}_3 = \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ；エフロレッセンスの生成）。図-3と4の走水地区での通年の降雨のpHとイオン分析結果に見られるように、つらら内部に充満している液体のイオン組成に降雨のイオン成分が蓄積、反映されている可能性がある。

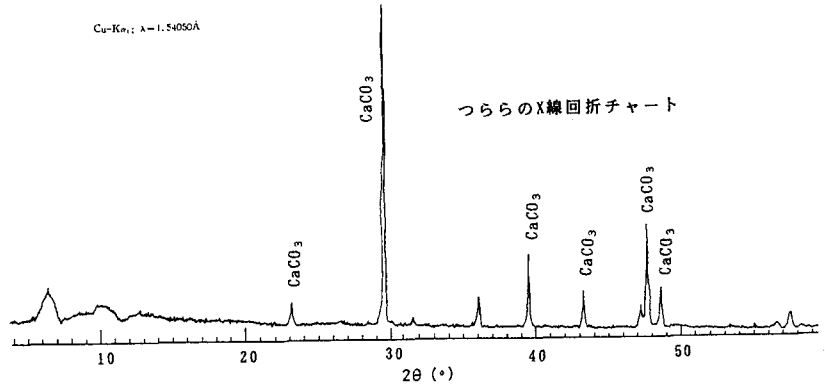


図-1 コンクリートつららのX線回折チャート

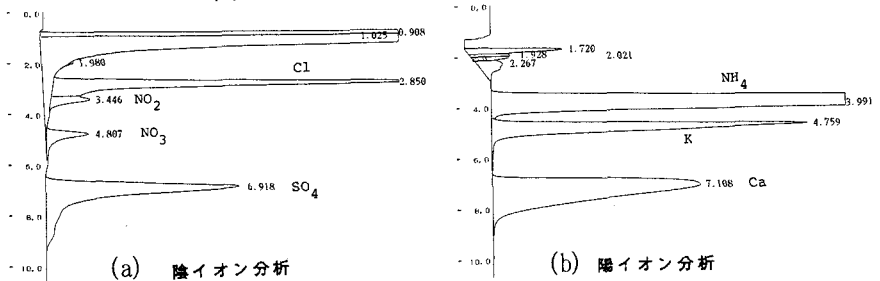


図-2 コンクリートつららから溶出する液滴のイオンクロマトチャート

表-1 液滴の陰陽イオン分析結果

CH	PKNO	TIME	AREA	HEIGHT	WK	TIME	CONC	NAME
1	1	0.908	8361905	1308502	E			
2	2	1.025	13926625	1308798	SVE			
3	3	1.98	3773	375	T	1	0.1836	F
4	4	2.85	1090256	71897	T	2	47.8393	Cl
5	5	3.446	113706	7068	TV	3	6.9495	NO2
6	6	4.807	147977	7586	T	5	9.0516	NO3
7	7	6.918	1232264	35013	6	6	72.9092	SO4
TOTAL			24876580	2739238			136.9332	

CH	PKNO	TIME	AREA	HEIGHT	WK	TIME	CONC	NAME
1	1	1.72	176455	17387	E			
2	2	1.928	46238	7282	V			
3	3	2.021	54246	6812	V			
4	4	2.267	121606	4667	V			
5	5	3.991	4152639	173047	V	2	251.9329	NH4
6	6	4.759	1166516	57134	V	3	146.289	K
7	7	7.108	1987933	37697	4	4	184.8107	Ca
TOTAL			7795631	304026			583.0325	

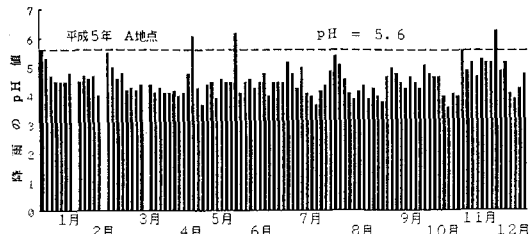


図-3 走水地区の降雨のpH（平成5年）

いが、劣化にかなり起因していると言える。なお液滴中の NH_4^+ は主に人的活動に起因していると思われるが、 K^+ 、 Ca^{2+} は主に骨材中の土粒子鉱物（ K -イライト、雲母、長石等）や石灰石等（つららも含む、 $\text{CaCO}_3 = \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-}$ ）に起因していると言える。

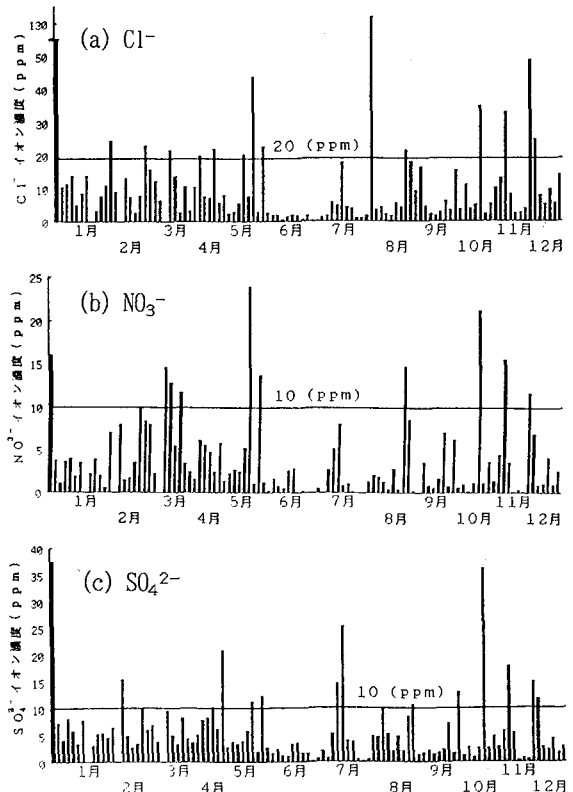


図-4 走水地区の降雨の主要な陰イオン濃度（平成5年）