

## 16. 炭酸ガスによる排水の連続中和試験

日本鉄道建設公団 成瀬 孝

### 1. まえがき

青函トンネル各工区の坑内排水は アルカリ性排水である。この排水を  $\text{PH} 6.0 \sim 8.5$  の範囲で中和処理する為に 現在各工区の排水処理装置では 中和剤として硫酸を使用している。しかし硫酸の使用は多くの問題がある。これを解決する為に 炭酸ガスを用いた中和処理法が 考えられた。今回は 小型の装置を使用した、実際の坑内排水による試験報告である。

### 2. 炭酸ガスによる中和処理の原理

炭酸ガスは 水に溶解して 次の様に反応する。 $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3$   
 $\text{H}^+$ 、 $\text{H}_2\text{CO}_3$  ( $\text{CO}_2$  と同じ)、 $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$  の間には  $\text{H}^+$  濃度によって 次の平衡が成立する。 $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$ 、 $\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-}$  この溶解によって  $\text{H}^+$  が供給され  $\text{PH}$  が低下する。



写真—1 攪拌法の装置

### 3. 試験

(目的) 7項目の調査並みに検討を目的とした。(1)実際の排水に対し、連続中和処理が可能かどうか。(2)連続中和処理が可能であれば、どの程度の反応槽内滞留時間が 必要であるかを調べ、これにより装置容量等諸元の検討。(3)単位排水量当りの炭酸ガス消費量を調べ、ランニングコストの検討。(4)排水中の  $\text{Ca}^{2+}$  等と炭酸ガスの反応による生成物、特に  $\text{CaCO}_3$  による白濁の有無。(5)炭酸ガスに依る中和処理後の凝集沈降に対する影響の調査。(6)炭酸ガスによる中和処理後、処理水を長時間放置して  $\text{PH}$  が再上昇するかどうかの調査。(7)中和処理前後の水質変化の調査。



(装置) 攪拌法、向流接触法、混合接触法の3種類の装置を使用した。写真を、写真—1、2、3に示す。

攪拌法-----反応槽内の攪拌機が駆動すると、槽内に大きな渦が形成される。槽上面より炭酸ガスが 流入すると、渦表面の液と炭酸ガスが接触して  $\text{PH}$  は低下する。

写真—2 向流接触法の装置

向流接触法-----反応槽上面から細い水滴として、上面より噴射させ、槽下面から炭酸ガスを 拡散噴射して、連続向流接触させる。

混合接触法-----管内にスパイラル状のミキサー(スタティックミキサー)を設け、管内の排水流動を利用して、炭酸ガスと液を 混合接触させる。



写真—3 混合接触法の装置

(方法) 試料としては (A)原排水、(B)原排水+セメント、(C)原排水+セメント+水ガラス、(D)原排水+水ガラスの4種類で行なった。(1)装置の設定PH値を8程度に設定して、ON-OFF制御により連続中和を行なった。(2)処理水量を最大に流し、PHが7.0程度まで低下安定するまで、炭酸ガス流入量を調整した。これから反応槽内の必要滞留時間、装置容量を求めた。(3)上記の結果から単位排水量当りの炭酸ガス消費量を求めた。(4)中和処理前後の濁度を測定した。(5)中和処理前後水に対して行なった。予備攪拌(150rpm)1分後、凝集剤を添加、急速攪拌(150rpm)5分後、高分子凝集剤を添加、緩速攪拌(80rpm)10分間行い、沈降状態等を調べ、10分間静置して、浄水濁度、フロッコポリウム等を調べた。(6)中和処理後の廃水を3日間放置してPHを測定した。(7)中和処理前後水の水質分析を行なった。

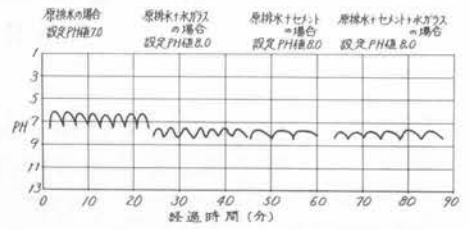


図-1 連続中和測定記録(吉岡排水-攪拌法)

試験項目	項目名	中和処理前		中和処理後		反応槽内滞留時間		反応槽内必要滞留時間		比率 (12/11)	
		濁度 ppm	PH	濁度 ppm	PH	分	分	分	分		
吉岡工区	攪拌法	10.5	250	10.4	8.1	200	10.7	0.03	0.046	0.253	5.5
	向流接触法	10.7	695	350	7.2	36	10.6	0.0063	0.154	0.490	3.2
	混合接触法	10.3	580	204	7.1	9	0.57	0.0010	0.099	0.1605	1.6
三岳工区	攪拌法	11.2	515	350	7.0	630	13.5	0.038	0.154	0.520	3.4
	向流接触法	11.5	410	44	7.1	220	10.6	0.0063	0.182	0.539	3.0
	混合接触法	11.5	410	444	7.9	255	0.48	0.0010	0.195	0.2553	1.3

表-1 中和処理結果

(結果) (1)炭酸ガスによる連続中和処理は充分可能である。攪拌法の測定記録を 図-1 に示す。(2)各装置の反応槽内滞留時間は攪拌法で1~2分程度、向流接触法で10秒前後、混合接触法は1秒以下である。これに伴い装置容量も混合接触法が極めて小さいものになる。(3)炭酸ガス消費量は排水中のアルカリ含有量が不均一なので試料のアルカリ度を測定し、アルカリ度と炭酸ガスの単純反応から計算した炭酸ガス消費量と実際使用消費量の比率を求め、反応効率の目安とした。(4)中和処理後の濁度増加、CaCO<sub>3</sub>成生による白濁も認められなかった。

(2)~(4)については表-1にまとめ示した。(5)吉岡排水(海水性状)の場合は中和処理に関係なく、凝集、沈降共良好であった。三岳排水(淡水性状)の場合中和処理すると処理前に比べ全ての面で良好であり、特に薬品使用量の減少、発生活泥量の減少があげられる。表-2に三岳の結果を示す。(6)中和処理後のPHの再上昇は少々見られるが最大で0.5前後である。(7)中和処理前後の水質変化はHCO<sub>3</sub>のみ増加し、その他のイオン量は減少した。

#### 4. まとめ

実際の排水に対して各装置共連続中和処理可能である。各装置を比較すると混合接触法が反応槽内の滞留時間、必要装置容量共最小であり、反応効率も優れている。また排水中のアルカリ含有量が少量の場合、極めて少量の炭酸ガスで速い速度の反応が行なわれるため、ON-OFF制御の必要さが大きくないので、炭酸ガス流入量を微調整して、必要量を減少させる必要がある。

表-2 凝集沈降試験結果

試料	項目	試料量 ml	薬品添加量 ppm	凝集前		凝集後		沈降 速度 分	沈降 位置 mm	
				濁度 ppm	PH	濁度 ppm	PH			
原排水	中和処理前	500	150	1.5	26.5	9.6	0.2	7.0	2	1
	中和処理後	500	150	1.5	24.5	7.2	0.2	6.8	2	5
原排水+セメント+水ガラス	中和処理前	500	150	1.5	41.0	11.5	11.8	10.0	1	2
	中和処理後	500	150	1.5	22.0	7.1	5.5	7.0	1	3
原排水+水ガラス	中和処理前	500	150	1.5	25.0	11.0	13.0	9.8	1	4
	中和処理後	500	150	1.5	30.5	7.5	6.8	7.1	1	1
原排水+セメント	中和処理前	500	150	1.5	30.0	11.3	12.5	9.6	1	3
	中和処理後	500	150	1.5	30.0	7.2	0.2	6.7	2	2