

アルカリ性地下水の炭酸ガスによる原位置中和の実証実験

(株)大林組 正会員○加藤 顕 正会員 日笠山 徹巳

1. はじめに

石炭灰などのアルカリ性物質が混入した地盤の地下水は、アルカリ性を示すことがある。アルカリ性地下水が敷地外へ流出した場合、飲用地下水への混入や河川への流出など問題が発生する可能性がある。そこで、アルカリ性地下水の敷地外への流出防止対策として、敷地境界の地盤に地下水透過性の壁状構造物を造成し、その中に炭酸ガスを吹き込むことで地下水を中和する方法（以下、中和壁という：図-1）を考案した。著者らは、中和壁の実用化に向けて、これまでモデル土槽での試験¹⁾を通して、設計上必要な基本項目（壁内の充填物、ガス濃度・流量等）について検討を行ってきた。現在、このモデル土槽試験を踏まえ、アルカリ性地下水が発生している実地盤で中和壁の現場実証実験を実施している。

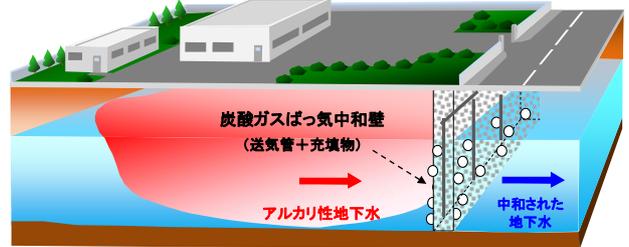


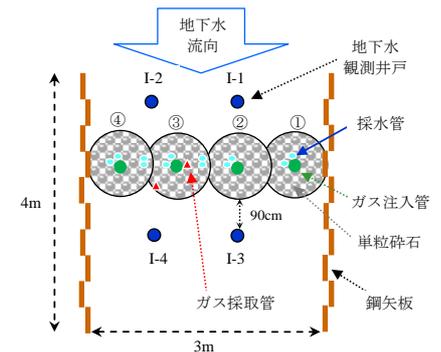
図-1 炭酸ガス中和壁の概要図

本稿では、現場実証実験の概要および実験開始後、約250日経過した時点までの結果について報告する。

2. 炭酸ガス中和壁の現場実証実験

2.1 現場実証実験の地盤と地下水 図-2に示すように、土地の地盤はGL-3.5m付近まで埋土層、GL-3.5~6mが粗砂層、GL-6mに難透水性の3つの地層で構成されている。地下水は、水位が埋土層中の概ねGL-2.5m付近、pH値は9~11である。また、観測井戸への塩水注入と電気伝導度測定により、地下水は主に粗砂層を流れていることを確認し、その流速は20~40cm/日と推定した。なお、埋土層における流速については、電気伝導度の上昇が確認されなかったため不明であった。

【平面図】



2.2 中和壁の構築 地下水流向方向に鋼矢板で仕切った地盤（図-2）内をφ1mのケーシングで掘削した。ガス注入管を設置後、地下水の透過性と地盤を保持できる強度を確保でき、かつ入手が容易なものとして単粒採石（粒径13~20mm）を充填した。砕石充填部をラップさせて同様に4回掘削し、長さ4m、深さ6m、壁厚1mの中和壁を構築した。工事状況を写真-1に示す。なお、ガス注入管は1m間隔で計4本設置した。

【断面図】

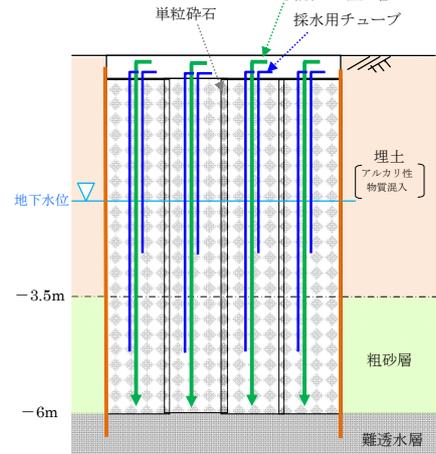


図-2 中和壁の概要図

2.3 吹き込みガス コンプレッサーから空気、ボンベから炭酸ガスを炭酸ガス濃度調節器へ送り込み、炭酸ガス濃度を2%に調整し、各ガス注入管へ定流量調節器で2L/分で供給を開始した。中和壁内のpH値は、8未満を維持できるように管理し、さらに、炭酸ガス濃度を調整して供給濃度の低減を図った。

2.4 測定項目と方法 中和壁を挟んで地下水流向の上流・下流側に各2本の観測井戸（図-2：深さ6m）

キーワード：地下水、アルカリ、炭酸ガス、中和、原位置、浄化壁

連絡先：〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟 (株)大林組エンジニアリング本部
環境技術第1部 加藤 顕 TEL 03(5769)1054 FAX 03(5769)1983 E-mail : kato.akira@obayashi.co.jp

を設置し、投げ込み型 pH 計を用いて深度ごとに地下水の pH を測定した。中和壁内にも採水管を埋設し、GL-3 m と GL-5.5 m に採水口を設け、地下水を採取して壁内の地下水の pH を測定した。

3. 現場実証実験結果および考察

3.1 中和壁上流側と壁内の地下水の pH の推移 観測井戸 (I-1、I-2) と中和壁内の地下水 (代表的に②および③-④間) の pH の推移を図-3 に示す。観測井戸は深度方向測定時の最大値を示す。また、図中には注入ガス中の炭酸ガス濃度を併記した。

観測井戸の地下水の pH は、9~11 で変動している。これは、埋土中のアルカリ性物質の量や降雨が影響していると考えられる。中和壁内では、炭酸ガス注入開始して約 20 日間で目標値である 8 未満を達成した。深度 3 m と 5.5 m の pH は同等であり、ばつ気の攪拌効果により中和がほぼ均等に達成できたことを確認した。また、100 日程度経過した時点で炭酸ガス濃度を 2% から 0.3% まで低下させたが、中和は維持できている。

3.2 中和壁下流側の地下水の pH 観測井戸 (I-4) を深度別に測定した pH の推移を表-1 に示す。GL-3.5 m 付近の埋土と粗砂層の境で、明確な違いが表れている。地下水が粗砂層は中和壁稼働開始後 71 日には 8 未満となり、以降、目標値を維持できている。一方、埋土部分は 250 日経過したが未だ 9 以上となっている。埋土層と粗砂層の透水性の違いが大きく影響していると考えられる。なお、中和壁と観測井戸の距離は約 90cm あり、粗砂層の流速を塩水注入試験で推定された 20 cm/日とした場合、中和壁内で中和された地下水は 5 日間で観測井戸に到達する計算となるが、実際には約 70 日間を要している。地下水だけでなく粗砂層に吸着されたアルカリ分の中和に期間を要したと考えられる。



【工事の概要図】



【単粒砕石充填】

【中和壁構築後】

写真-1 中和壁の工事状況

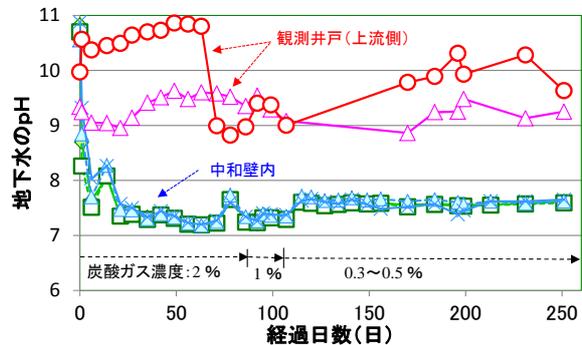


図-3 地下水の pH の推移 (中和壁上流側と中和壁内)

表-1 深度別地下水の pH の推移 (中和壁下流側井戸 : I-4)

深度 (m)	経過日数																			
	0日	49日	56日	63日	65日	71日	78日	86日	120日	127日	134日	141日	149日	156日	184日	196日	199日	231日	251日	
埋土層	-2.5	9.86	地下水位GL-3.0m付近で測定不可													9.87		9.63		
	-3.0	9.76	9.61	10.01	10.22	9.97	9.98	9.99	9.64	9.58	9.79	9.90	10.15	9.82	9.84	9.81	9.75	9.75	9.98	
	-3.5	9.57	9.47	9.81	9.97	9.87	9.93	9.89	9.60	9.55	9.68	9.77	10.20	9.88	9.91	9.97	9.84	9.73	9.98	
粗砂層	-4.0	9.49	9.04	9.52	8.90	7.21	7.20	7.18	7.04	6.93	7.12	7.05	7.04	6.95	6.87	9.97	7.35	7.33	7.32	
	-4.5	9.48	8.76	9.47	8.76	7.13	7.16	7.14	7.04	6.92	7.11	7.07	7.02	6.94	6.86	7.54	7.32	7.29	7.30	
	-5.0	堆積物により測定不可					7.11	7.11	7.14	7.05	6.93	7.12	7.05	7.01	6.94	6.82	7.48	7.32	7.27	7.29
	-5.5								7.15	7.05	6.94	7.12	7.08	7.01	6.95	6.74	7.50	7.15	7.22	7.15
炭酸ガス濃度	2%								2% → 0.3%											

4. おわりに

本稿では、アルカリ性地下水に対する中和壁の現場実証実験の結果を報告した。現在、実証試験は継続中であり、今後は、さらなる炭酸ガス濃度の低減、ガスの供給管本数の削減など、運転費削減の検討を行う予定である。データを蓄積することで課題等を抽出し、中和壁の実用化を目指したい。

【参考文献】 1) 加藤他：アルカリ性地下水の炭酸ガスによる原位置中和技術の開発, 第 25 回廃棄物資源循環学会研究発表会講演集 (2014.9)