

広島工業大学 正員 鈴木健夫
大成建設K.K. 正員 平岡 寛

1. まえがき

セメントミルク注入は他の薬液注入に比較して、取扱性、安全性、固結性および経済性においてすぐれているが、浸透性が劣るので適用範囲は限定されている。浸透性改良のためにCO₂を添加し、岩盤注入に適応させる目的で2～3の実験を行ない、ダムのカーテングラウトとして止水目的の試験施工を実施した結果を報告する。

2. 試料

セメントは室内実験に対しては普通ポルトランドセメント、ダムの注入には高炉セメントを使用した。CO₂は市販品を、風化花崗岩は栗地ダム建設現場より採取したものを使用した。

3. 実験方法

本研究では、実験を3段階に分けて行なった。第一にセメントミルクにCO₂を規定した量だけ添加した水セメント比(w/c) 1, 2, 4, 6, 10 について供試体も作成し、水とセメント固結物の分離を測定し、2週間の養生の後に一軸圧縮試験を行ない、強度の最大となるCO₂最適添加量を求めた。第二に求めたCO₂最適添加量を利用してCO₂添加と無添加のグラウトを花崗岩供試体に注入し、その状況を観察した。第三にグラウトによる止水効果を確認するため花崗岩供試体に注入24時間後に変水位透水試験を行なった。

表-1 グラウト分離率(%) a, 含水比(%) b

CO ₂ (%)		0	0.5	1.0	1.5	2.0
w/c						
1	a	2.8	3.7	4.2	5.5	5.3
	b	60.6	65.1	65.1	62.4	60.2
2	a	34.7	35.3	35.7	36.2	35.0
	b	61.0	72.3	61.7	63.7	70.1
4	a	62.6	63.1	62.8	62.8	63.4
	b	70.6	67.3	60.9	60.7	60.5
6	a	72.9	73.9	73.0	74.4	74.2
	b	56.9	50.8	57.7	63.9	55.1
10	a	88.7	90.2	89.6	89.8	88.9
	b	62.3	62.5	65.7	63.9	70.5

4. 実験結果および考察

実験1では、w/cの多い場合水の分離が多いので直径6cm高さ90cmの円筒を使用した。グラウトの分離率を分離した水の体積に対する始めのセメントミルクの体積で表わしたのが表-1である。分離率はw/cに比例するが、CO₂添加量にはw/c=1を除いては影響を受けてない。固結物の含水比は3ヶの平均を取っても変動が多いが、w/cを多くしても余り変らない。CO₂添加量に対する強度の変化をw/c毎に表わしたのが図-1～5であり、w/c=4を除いてはCO₂添加量1%がピークとなり、この条件での最適添加量を示している。w/cが変化しても強度の変

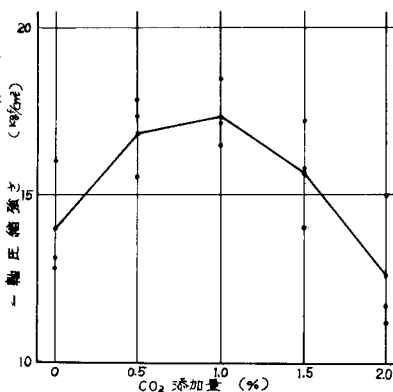


図-1 セメントミルク w/c = 1 の場合の関係

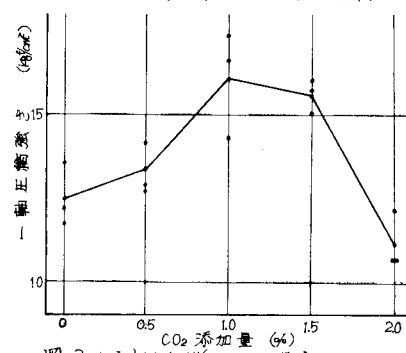


図-2 セメントミルク w/c = 2 の場合

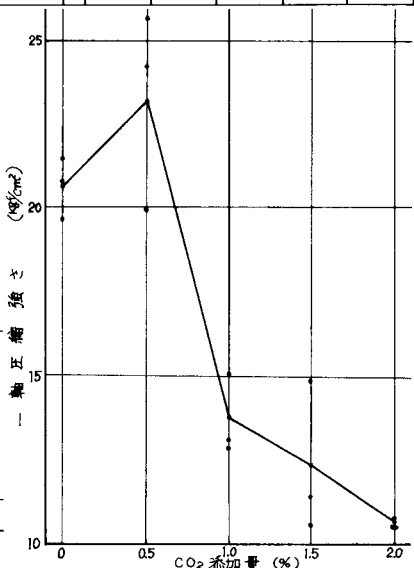


図-3 セメントミルク w/c = 4 の場合

化がないのは含水比が等しいことに起因していると思われる。

実験2では、型枠中の風化花崗岩を固定するためにその周囲にれきやパラフィン詰めて行った。フェニールフタレンの散布によりセメントの浸透は認められて概略的なことは判明したが、定量的な比較は困難であった。

実験3では、図-6のように注入後の透水係数を測定したが、データの変動が大であった。同じ花崗岩の塊を3分した無注入の透水係数でも 8.0×10^{-2} , 1.8×10^{-2} , 3.9×10^{-3} cm/sec と異なり、供試体の均一性は得られなかった。透水に関する花崗岩中の透水路の数、幅、向き、連絡路などが異なり、グラウトも浸透性をオーとして%の大きな配合と長いゲルタイムを使用した結果とみられる。

5, 現場試験施工

香川県小豆郡内海町安田に安田大川の多目的ダムとして栗地ダムが建設された。その際カーテングラウトが実施されたが、一部にきれいの多い風化花崗岩層があって、位置を変えた数回の注入でも透水係数はなかなか低下しなかった。そこでCO₂添加のセメントミルクの注入を行なった。間隔は1~2mで、深さ3mより9mの部分にまず削孔し、10kg/m²の圧力で透水試験を実施しルゼオン値を求め、その後ダブルパッカーによりセメント注入を行なった。図-7, 8は注入前の透水係数とその後のセメント注入量の関係である。図-8より%が4, 6, 10と変化しても支障なく注入可能であり、注入前の透水係数に比例してセメント量は注入されている。図-7, 8よりCO₂添加の場合が無添加より少れ勾配が緩やかであり、同じ透水係数の層に対してCO₂添加が浸透性に寄与することを示している。これは注入圧の低いことでも見られた。

注入後の透水係数が判れば、効果も判然としたと思う。ダム完成後の満水時において、この付近よりの漏水は見られなかった。

6. むすび

本研究によりセメントミルクの強度の点での最適CO₂添加量はセメント重量の約1.0%であることが判明した。この値を用いた注入試験は風化花崗岩の不均質性により効果の判定が困難であった。現場施工試験においてはCO₂添加により浸透性が良くなる傾向を得た。今後も困難な風化花崗岩への注入の研究を継続したい。

終りに臨み、本研究に種々協力を戴いた大成建設K.K.野田昭広栗地ダム築造工事作業所長および本学卒業生佐々木豊君、中本孝君に深く感謝致します。

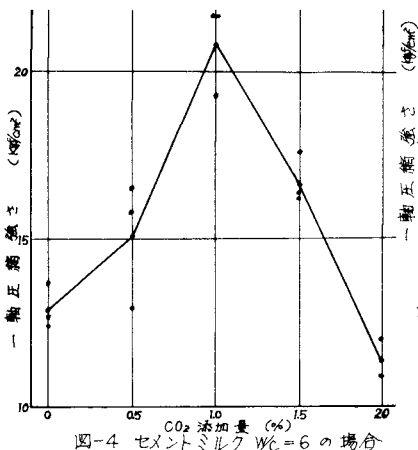


図-4 セメントミルク w/c = 6 の場合

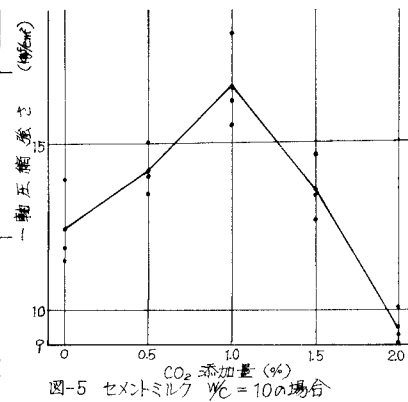


図-5 セメントミルク w/c = 10 の場合

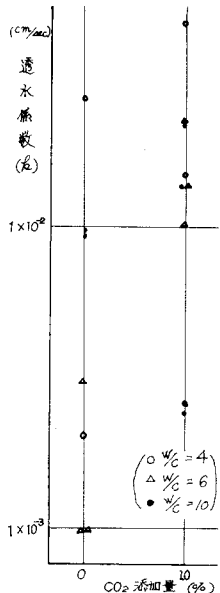


図-6 注入後の透水係数

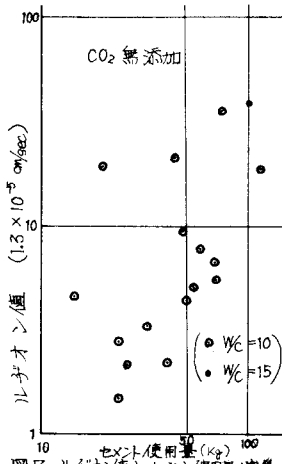


図-7 ルゼオン値とセメント使用量の関係

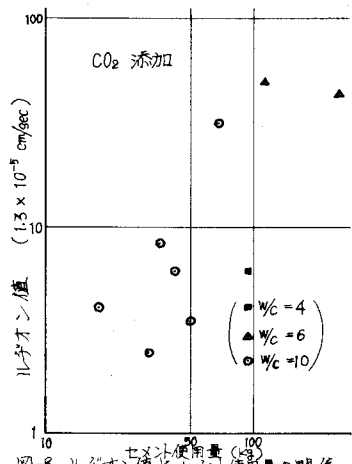


図-8 ルゼオン値とセメント使用量の関係