

## $\text{CO}_2$ 添加による底質ヘドロの安定について

広島工業大学 正員 鈴木健夫

" " O. 福田和晋

1. まえがき ヘドロの安定について、 $\text{CO}_2$ ガスのヘドロ-セメント系混合物への適応を考えることなく、ヘドロの原位置での固化を想定し、室内実験において養生期間、セメント量、含水比、 $\text{CO}_2$ ガス添加量等を変化させて比較検討した。

2. 試料 土試料は広島市福島町下水道工事のシールド現場より採取したものうち、 $0.42\text{mm}$ フルイを通過したものを使用し、市販の普通ポルトランドセメントおよび砂入りボンベに流量調整器をつけた $\text{CO}_2$ ガスを使用した。表-1に土試料の物理的性質を示す。

| 比    | 重                | Gs       | 2.60 |
|------|------------------|----------|------|
| 最大粒径 | D <sub>max</sub> | 0.42mm   |      |
| 60%  | D <sub>60</sub>  | 0.025mm  |      |
| 30%  | D <sub>30</sub>  | 0.0082mm |      |
| 10%  | D <sub>10</sub>  | 0.0014mm |      |
| 均等係数 | U <sub>c</sub>   | 17.9     |      |
| 液性限界 | W <sub>L</sub>   | 26.6%    |      |
| 塑性限界 | W <sub>P</sub>   | 29.2%    |      |
| 塑性指数 | I <sub>P</sub>   | 17.4     |      |

3. 試験方法 最初に $\text{CO}_2$ ガス添加方法を二通りに変えて行なってみた。第一方法は、土試料懸濁液とセメントグラウトを混合した後、 $\text{CO}_2$ ガスを添加する方法、第二方法は、セメントグラウトのみに $\text{CO}_2$ ガスを添加した後、土試料懸濁液と混合する方法である。図-1は各々の一軸圧縮強さを比較した結果である。 $\text{CO}_2$ ガス添加は無添加に比べると強度増加がみられ、 $\text{CO}_2$ ガス添加の効果があることがわかる。しかし添加方法で比較した場合、はっきりとした傾向はみられない。今回の実験では後者の方を行なった。

まずガラススピーカーにセメントを入れ、 $w/c=2$ になるよう水を加え、ミキサーで1分間攪拌する。攪拌後すぐに12ヶの小孔を設けた塩じ製ノツル（内径7mm）を用いて $\text{CO}_2$ ボンベより $\text{CO}_2$ ガスを所定の時間、圧力で注入する。 $\text{CO}_2$ ガス添加後、所定の含水比に調合してある土試料懸濁液にセメントグラウトを加え、2分間攪拌する。攪拌後すぐにカラーフィード（直径5cm高さ10cmの型枠）に流し込み、4日間恒温恒湿槽内で密閉養生した後キャッピングし、所定の養生温度（20°C、25°C）で水中養生したものについて一軸圧縮試験を行なった。 $\text{CO}_2$ ガス添加圧は $2\text{kg}/\text{cm}^2$ とした。

4. 試験結果および考察 試験室で自然堆積したヘドロの飽和含水比を作り出すことは難しい。そこで試験室でほどの程度まで飽和含水比を得ることができるか調べたのが図-2である。各種の条件において、 $\text{CO}_2$ ガス添加流量を変化させたときの一軸圧縮強さを図-3、図-4に示す。 $\text{CO}_2$ ガス添加流量を多くしてゆくと、ある流量

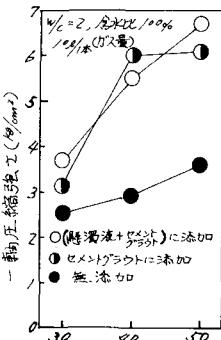


図-1.  $\text{CO}_2$ 添加方法によるセメント量と圧縮強さの関係(材令10日)

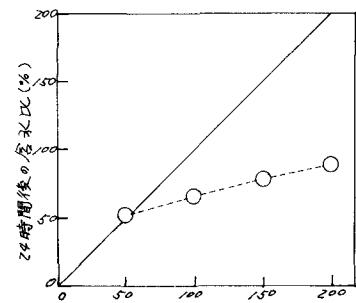


図-2. 初期含水比と24時間後含水比との関係

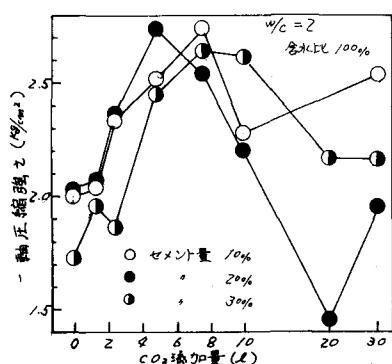


図-3.  $\text{CO}_2$ 添加量と圧縮強さの関係(材令10日)

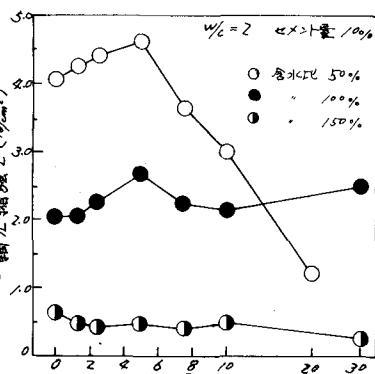


図-4.  $\text{CO}_2$ 添加量と圧縮強さの関係(材令10日)

までは圧縮強さも流量に比例して増加しているが、それ以上流量を多くすると逆に減少している。図-4の含水比150%ではほとんどの傾向は示していないが、セメント量を多くすれば同様な傾向を示すと思われる。CO<sub>2</sub>ガス添加流量には最適添加流量があり、今回の実験では供試体1本当たり、5~10Lである。また、CO<sub>2</sub>ガス添加による圧縮強さへの影響は、含水比が低いほど顕著にあらわれている。含水比50%において、材令別にセメント量と圧縮強さおよび湿润密度との関係を示したのが図-5~7である。圧縮強さへのCO<sub>2</sub>ガス添加による効果は、材令6日ではあまり見受けられないが、材令10日、17日になると大きな効果を示している。一般にセメント量が多くなると、それに伴って密度も高くなるが今回の実験ではその逆の傾向を示している。これはセメント量が多くなるとゲルタイムの減少が起こり、よりポーラスな供試体になったと思われる。この傾向はセメント量が50%以上、CO<sub>2</sub>ガス添加のものについて見受けられる。また、ポーラスになってたCO<sub>2</sub>ガス添加のものが無添加より高い圧縮強さを示していることから、CO<sub>2</sub>ガス添加の効果が生じている。セメント量を変化させたときの材令と圧縮強さの関係を図-8に示す。圧縮強さは材令とともに増加している。含水比50%において、CO<sub>2</sub>ガス添加のものは材令6日~10日の圧縮強さ増加の割合が大きく、材令10日以降はゆるやかになっている。無添加のものは材令6日~10日の圧縮強さ増加のみみられず、材令10日~17日にかけて増加割合が大きくなっている。これはCO<sub>2</sub>ガスを添加すると早い材令で強度発現を示し、早強性があることがわかる。含水比100%では圧縮強さが材令・セメント量の増加とともに大きくなっている。また、含水比に比例して固化する材令が長くなっている。

5. あすび ヘドロ-セメント系混合物へのCO<sub>2</sub>ガス添加はセメント量、王試料含水比に合った量を調節することにより、早期安定に効果を示した。今回はヘドロ下層の堆積層を想定して、その固化を目的とした。今後は浮遊層の浮遊ヘドロの凝集と固化、有害物質の密封などについて、CO<sub>2</sub>ガスの効果を調べたい。終りにのみ本研究に協力していただいた本学卒業生、越智省司君、野村恒樹君に深謝致します。

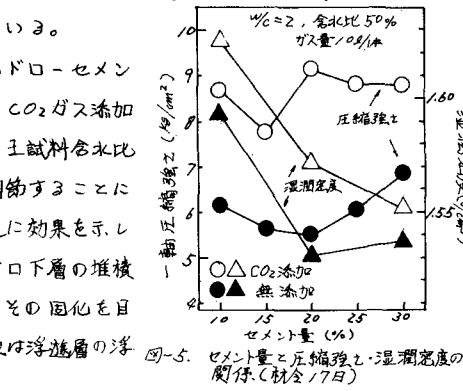


図-5. セメント量と圧縮強さ・湿润密度の関係(材令17日)

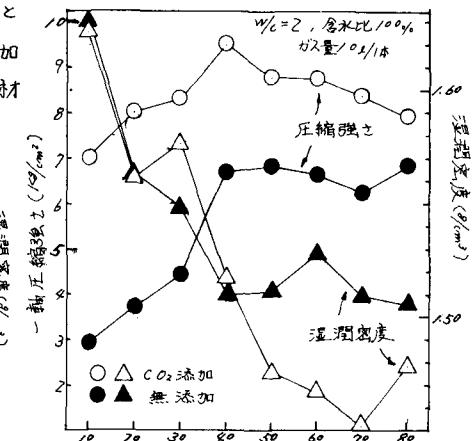


図-6. セメント量と圧縮強さ・湿润密度の関係(材令10日)

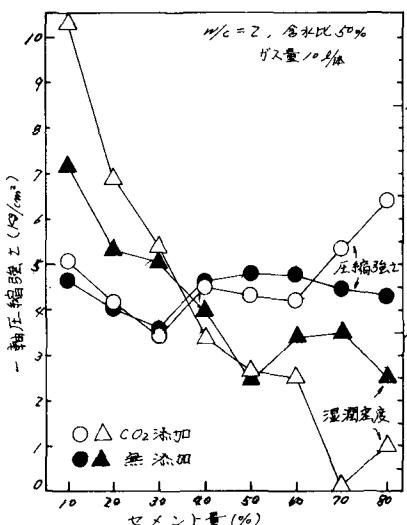


図-7. セメント量と圧縮強さ・湿润密度の関係(材令6日)

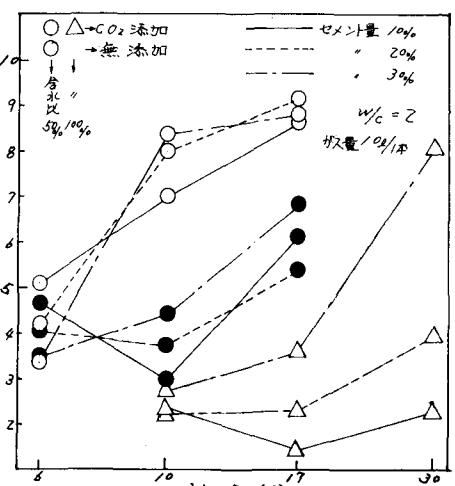


図-8. 材令と圧縮強さの関係