

高圧水を利用したセメント水和物中のカルシウム溶出量の検討

日大生産工（院） 宇野 昌義

日大生産工 田中 智・辻 智也・町長 治

1. 緒言

近年コンクリート建造物の解体によって排出されるコンクリート廃材の排出量は平成14年において3500万tと膨大な量となっている。コンクリート廃材中の骨材は、路盤材や再生骨材として再利用されているが、残りのセメント微粉末はほとんどが未利用であり埋め立て処理されている。セメント微粉末の再利用プロセスとしては、海水または純水中の二酸化炭素圧力下においてセメント微粉末からカルシウムを溶出させ、 CaCO_3 を析出させて再資源化する方法が考えられている¹⁾²⁾。しかし、コンクリート廃材中のセメントの種類は多種多様であり、海水圧力下における各種セメント水和物からのカルシウム溶出挙動を把握することは、コンクリート廃材による二酸化炭素固定の可能性を検討する上で重要であると考えられる。本研究は、人工海水加圧下においてセメントの種類の違いにより溶出するカルシウム量を知るため、普通ポルトランドセメント(OPC)、早強ポルトランドセメント(HPC)、中庸熱ポルトランドセメント(MPC)の各種セメント水和物について検討した。

2. 方法

使用したセメントは OPC、HPC、MPC の3種類である。各セメントは水セメント比29%の水で混練後、1ヶ月間湿空養生したニ

ートセメントの粉碎物(粒径1.0~2.8mm)を水和物試料とした。本実験用に作製した装置図を図1に示す。図1中の示した試料管をセメント水和物試料8gと各溶媒(人工海水または純水)で満たし、所定水圧力、温度20一定条件で溶媒を所定時間流通した。所定時間後のカルシウム溶出液を採取しカルシウム溶出の積算量を求めた。カルシウム溶出量は原子吸光法(AAS)および指示薬にNN指示薬を用いたEDTAキレート滴定によって測定した。なお、人工海水におけるカルシウム溶出量は、海水に含まれるCa量を補正して求めた。また、溶出操作後の固相試料のキャラクタリゼーションは粉末X線回折法(XRD)、示差熱重量分析法(TG-DTA)によって行った。人工海水は、水1kgに対して CaCl_2 、 NaCl 、 KCl 、 Na_2SO_4 、 $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ をそれぞれ0.097、2.34、0.066、0.17、

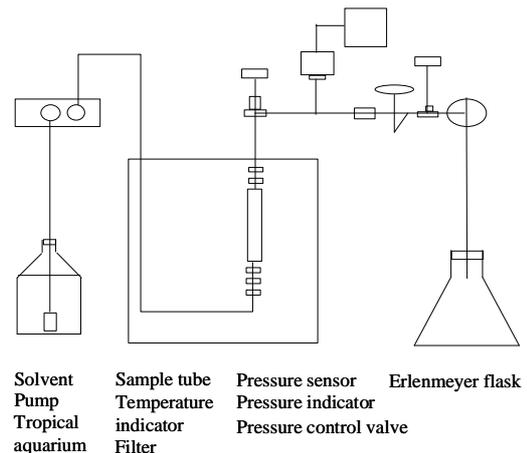


Fig.1 Device of dissolution measurement

Study on Dissolving Volume of Calcium in Cement Hydrates

by Using High-pressure Water

Masayoshi UNO, Satoshi TANAKA, Tomoya TSUJI, and Osamu MACHINAGA

0.23mass%で配合することにより得た。圧力条件は大気圧 0.1MPa と、4、6、8、10MPa である。

3.結果

各溶媒（純水，人工海水）を2時間流通した各種セメント水和物からのカルシウム溶出量を図2に示す。図2中、HPC系のカルシウム溶出量は他系の同一溶媒の値に比べて最も高いカルシウム溶出量を示した。これは、HPCが他のセメントよりもC₃Sを多く含有しており、C₃Sの水和に伴い水酸化カルシウム（CH）を多く生成するためであると推察した。また、すべてのセメント水和物の系において、カルシウム溶出量は純水にくらべて海水の系が1.1～2.0倍高い値を示した。これは、海水に含まれる塩化物イオンや硫化物イオンがCH溶解を促進しているためであると考えられる。

加圧下のカルシウム溶出変化を検討するため溶媒に純水および人工海水を用い、圧力条件を変化させた系で各種セメント水和物から溶出したカルシウム量を図3に示す。図3中、すべてのセメント水和物の系において、圧力の上昇に伴いカルシウム溶出量は増加した。図3中、純水8MPa以上の条件では、すべてのセメント水和物の系でカルシウム溶出量はほぼ一定値(120mg/dm³)に収束した。また、圧力変化におけるカルシウムの溶出量は各種セメント水和物ごとで異なる上昇量を示した。これは各種セメントのカルシウム総含有量には差がないものの、各種セメントを構成する化合物であるC₃SとC₂Sの含有量が大きく異なることに起因すると考えられる。人工海水中において、圧力変化におけるカルシウム溶出量は、6MPa以上の条件でのセメント水和物のすべての系において収束傾向を示した。

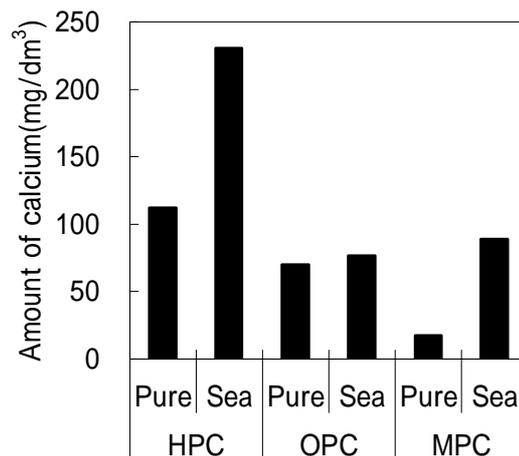


Fig.2 Amount of calcium dissolved from hydrate powder in different solvent under normal pressure.

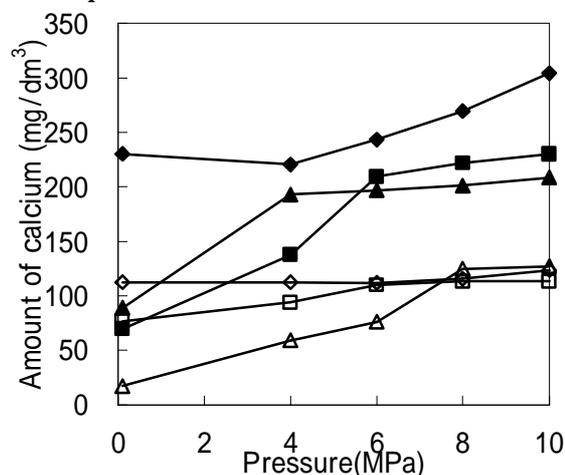


Fig.3 Amount of calcium dissolved from hydrate powder in different solvent at various pressures.

HPC seawater HPC pure water
 OPC seawater OPC pure water
 MPC seawater MPC pure water

このことから、加圧によって各種セメント水和物の違いでカルシウム溶出量に影響がなくなると推察した。以上の結果から各種セメント水和物からのカルシウム溶出量は、溶媒や圧力条件によって異なることが確認された。参考文献

- 1) Y.Kojima, T.Yasue, Y.Arai, *J.Soc.Inorg.Mater.Japan(Muki-Materiaru)*, 3, 293-302 (1996).
- 2) 飯塚淳, 藤井実, 山崎章弘, 柳沢幸雄, *化学工学論文集*, 5, 587-592 (2002).