

各種セメントの酸による侵食

大分高専 正員 丸山 巖、正員 一宮 一夫
九州ヒューム(株) 斉藤 敏則、大分高専 秦 敏和

1. はじめに

筆者らは、数年前よりコンクリートが温泉地において如何に侵食されるかを知り、それを定量的に把握するために温泉地及び室内(硫酸に浸漬)で実験を重ねてきた。まだJISによる試験法が規定されていないため、そのつど侵食量の判定を如何にするかが問題になった。既往の報告では、多くの場合重量減少率、圧縮・曲げ強度、細孔径分布、外観々察等で行われてきた。しかし、実験条件によりその結果には、かなりのばらつきがあり定量的に侵食を判定するには及んでいないようである。今回筆者らは、すでに提唱されている『セメントペーストの溶液浸せきによる耐薬品性試験方法(案)JIS原案』に準じ実験を行うとともに、円柱供試体($\phi 50 \times 100\text{mm}$)を用い同様に実験を行った。本報は、以上の実験結果を報告するとともに、若干の侵食判定法を提案した。なお、コンクリート(ヒューム管)で、温泉地と実験室内で硫酸浸漬実験を行った結果を既に報告している²⁾。

表1 実験概要

	セメントペースト供試体($20 \times 20 \times 20\text{mm}$)	モルタル供試体($\phi 50 \times 100\text{mm}$)
セメント	普通高炉B種高炉C種シリカ耐硫酸塩耐酸	普通高炉B種高炉C種シリカ耐酸
細骨材	—	豊浦標準砂
養生	13日水中養生、その後1日湿潤養生	28日水中養生、耐酸のみ7日湿潤養生
侵食判定	重量減少率 圧縮強度 外観々察	重量減少率 侵食率 外観々察
硫酸濃度	2%, 5%, 10%	2%, 5%

2. 実験概要

(1) 使用材料及び実験方法 セメントペースト供試体とモルタル供試体の使用材料、養生方法、侵食判定法、硫酸濃度を表1に示す。又、セメントペースト供試体は、圧縮強度測定時の載荷面保護のため、JIS原案に準じ端面をバラフィンで被覆した。

(2) 配合 セメントペースト供試体は、JIS原案によりW/C=50%とした。一方、モルタル供試体は、W/C=65%、S/C=2.0とした。ただし、耐酸セメント(細骨材がプレミックスされている)のみ、フロー値180~190の範囲になる様、予備実験を行った結果W/C=15%とした。

(3) 円柱供試体による侵食判定(提案) 侵食後の供試体の表面をブラシでこすり重量を測定した後、供試体を三等分に切断した。そして、変色(質)していない部分の直径を測定し、最初の直径(5cm)と侵食後の直径の減少量との百分率を侵食率とした(写真1参照)。

3. 実験結果

セメントペースト供試体の濃度別重量減少率を図1に示す。濃度2%では、どのセメントでも材令50日までは、10%程度の減少に止まっている。一方、濃度が5%、10%と増加するとセメントの種類により重量減少の傾向が異なってくる。その例として濃度5%では、高炉セメントの重量は10%程度の増減に止まっているのに対し、普通ポルトランド、シリカ、耐硫酸塩などは、すでに60%以上重量が減少している。濃度10%では、耐酸セメントを除き全てのセメントが崩壊してしまった。これらの中で耐酸セメントは、濃度10%でも20%程度の重量変化に止まっており、その耐酸性がうかがえる。図2に各種セメントペースト供試体の標準養生状態にお

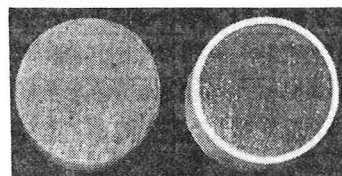


写真1 侵食状況

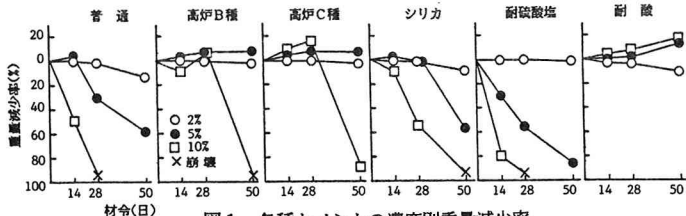


図1 各種セメントの濃度別重量減少率

ける圧縮強度を示す。図3は、図2を基準にして硫酸浸漬後との強度比を示したものである。全体的に硫酸に浸漬することにより強度が低下している。その傾向は濃度が高い程大きい。図4は、モルタル供試体の重量減少率と侵食率を示したものである。重量減少は濃度5%に60日浸漬した普通ポルトランドが50%侵食されているのを除き実験の範囲ではほぼ0%である。これに対し侵食率は、濃度が高い程大きくなっている。濃度2%ではセメントの種類による違いはさほどなく10%以内の減少である。濃度5%では普通ポルトランドは材令60日で30%程度侵食されているが、他の供試体は20%以内に止まっている。

4. まとめ

(1) 酸による侵食速度に直接影響するのはセメント自体であるため、今

後は単位セメント量を主体に配合について改めて考える必要がある。外国では単位セメント量の最低値を示している国もある。³⁾
(2) 既往の実験によれば、侵食判定を重量減少率、圧縮・曲げ強度、細孔径分布、外観観察等で行ってきたようである。今回

JIS原案に準じ、セメントペースト供試体(20×20×20mm)で圧縮強度を測定したところ、侵食後において次のような問題が生じた。1) 端面の平行と平面度が満足されにくい。2) 載荷面保護のために被覆したパラフィンが剝離しやすい。3) パラフィンで端面を被覆しているため、側面のみが侵食され供試体が鼓型になる(側面が平行でなくなる)。4) 強度測定には低荷重用耐圧試験機が必要になる。以上より、強度測定はそれ自体の物性を明らかにするには適当であろうが、侵食を定量的に求めるには不適当だと言える。

(3) 周知のようにセメントは、硫酸と反応して石膏を生成すると同時に膨張する。この石膏部分は、かなり多孔化しているように見受けられ重量測定時に多量の水分を含み重量が増加するものとみなされる。このことは、特に若材令において重量減少率と侵食率とに差を生じている。

(4) 供試体の形状は角柱が多く用いられているが、これだと写真2のように供試体が膨張するので、侵食率等で侵食量を定量的に求めにくい。今回採用した円柱供試体(φ50×100mm)だと角部が少ないので角柱のような心配はない。又、大きさにも問題がある。例えばJIS原案のような小さい供試体では、短期間で侵食状況が把握しやすい、浸漬液の変化が少ないので

入れ替え等の手間がかからないなど良い点がある反面、供試体を丁寧に扱わないとデータのばらつきが大きくなってしまったり、強度測定時に諸問題もある。しかし、あまり大きくなると浸漬液の量、入れ替えなどを考えると、実験自体が非常に大がかりになるので、供試体寸法としては今回用いた円柱供試体(φ50×100mm)程度のものが良いと思われる。

5. おわりに

今回行った一連の実験に御尽力いただいた、九州ヒューム(株) 藍沢製造部長ならびに昭和61年本校卒業生佐藤英治、谷口政宏両君、卒研生の門脇英二、森崎貴嗣両君に厚く御礼申し上げます。

参考文献： 1) セメントペーストの溶液浸せきによる耐薬品性試験方法(案) JIS原案 コンクリート工学 VOL.23, NO.3 2) 丸山、一宮：コンクリートの温泉による侵食 昭和60年度土木学会西部支部研究発表会概要集 3) 徳光、松下：温泉地帯とコンクリート コンクリート工学 VOL.17, NO.11

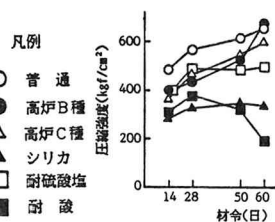


図2 標準養生における圧縮強度

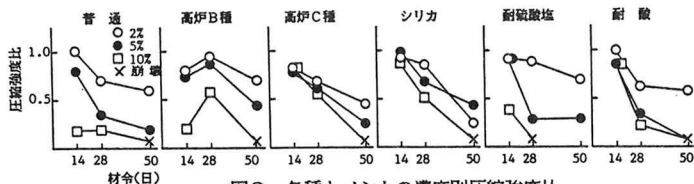


図3 各種セメントの濃度別圧縮強度比

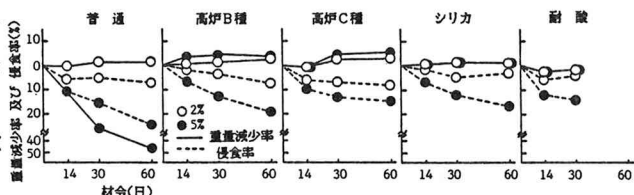


図4 各種モルタルの濃度別重量減少率及び侵食率



写真2 侵食状況