

石灰岩質骨材を用いたモルタルの中性化

広島大学  
広島大学  
(株)間組  
広島大学

正会員  
正会員  
学生員

田澤 栄一  
米倉 亜州夫  
坂本 守  
○黒澤 功

1. まえがき

シリカを含有する反応性骨材によるアルカリ骨材反応が多く報告されるにつれ、シリカ系骨材に代わり、シリカ分をほとんど含有しない石灰岩を骨材として用いる機会が増えてきた。石灰岩は比重が大きく、強度が大きく、単価が安いという点や天然資源に恵まれていない我が国においてもほぼ無尽蔵に産するという資源性からもコンクリートへの利用が進んでいる。しかし石灰岩を用いたコンクリートは一般に中性化が速く進むと言われている。そこで本研究ではホルンフェルス、ドロマイト質石灰岩、石灰岩を用いたモルタルの促進中性化試験を行い、さらに石灰岩については、中性化防止剤の効果についても検討した。

2. 使用材料および供試体

セメントは普通ポルトランドセメントを使用し、骨材は石灰岩、ドロマイト質石灰岩、ホルンフェルスを用い、それぞれW/C = 40%, 50%および60%の場合につき行った。中性化防止剤を使用したものは石灰岩を用いW/C = 50%の場合につき行った。S/Cはすべて3とし、供試体寸法はφ5×10cmとした。中性化防止剤の種別、添加量は表-1に示す。

表-1 中性化防止剤

| 薬品 | 添加量(図形分:C-Sに對する%) | 性 状  | 主 成 分               |
|----|-------------------|------|---------------------|
| A  | 0.5, 1.0, 2.0     | オイル  | ジメチルポリシロキサン         |
| B  | 0.5, 1.0, 2.0     | オイル  | 特殊変成ポリシロキサン         |
| C  | 1.0, 2.0, 3.0     | パウダー | ジメチルオイル             |
| D  | —                 | オイル  | 高級脂肪酸, 金属塩, ステロール樹脂 |

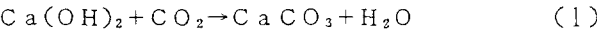
○は塗布タイプのため、1回、2回、3回塗布とする。

3. 実験方法

水中(20℃)7日、乾燥(20℃、50%R.H.)21日(塗布型の中性化防止剤を使用するときは乾燥19日目に塗布した。)の養生を施した供試体を促進中性化試験用耐圧容器内に静置し、完全に外気より遮断した。真空ポンプを用い容器内圧力を10mmHg以下になるまで脱気し、その後炭酸ガスを注入し容器内圧力を3kg/cm<sup>2</sup>に保ったまま2日間(中性化防止剤を使用したものは3日間)中性化させた。また中性化開始直前及び終了直後の供試体重量を測定した。中性化深さの測定は、供試体を割裂し、フェノールフタレインの1%アルコール溶液を噴霧して表面から発色点までを中性化深さとした。1つの断面につき18カ所、左右両面で計36カ所測定し平均値を算出した。

4. 実験結果

各骨材を用いたモルタルで促進中性化試験を行った結果を図-1に中性化深さ、図-2に重量変化率を示す。石灰岩とホルンフェルスの中性化深さはW/C = 40~50%ではほとんど差が認められないがW/C = 60%になると、石灰岩の方が大きくなっている。また、ドロマイト質石灰岩ではW/C = 50%, 60%共に石灰岩よりもさらに大きい値を示している。また重量変化率も中性化深さの場合と同様に変化している。セメントの水和によって生成される水酸化カルシウムは炭酸ガスと反応し、炭酸カルシウムになる。



式-(1)は、一般的な中性化の反応式である。また石灰岩の主成分である炭酸カルシウムは水と炭酸ガスによって次のように反応する。

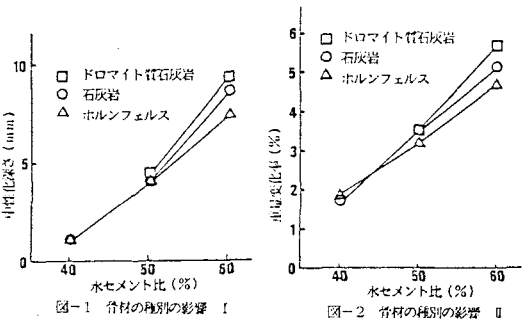
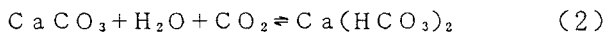


図-1 骨材の種別の影響 I

図-2 骨材の種別の影響 II



この反応は可逆反応である。この反応によって中性化はまず、石灰岩中の炭酸カルシウムが、炭酸水素カルシウムとなる。これは、弱アルカリ性で問題はないが、炭酸カルシウムが溶出することにより、モルタル中の炭酸ガス通過に対する骨材の障害物としての働きが減少し、差が大きいのもこの事に関連しているものと思われる。中性化は炭酸ガスとの反応であるから、コンクリートの透気性と密接な関係がある。そこで中性化防止剤として、表-1に示す細孔の充填が期待されるシリコン系薬品3種類と中性化防止剤として市販されている薬品1種類を取り上げ、促進中性化試験を行った。また、薬品の強度に及ぼす影響についても調べた。図-3に薬品無添加のモルタルの中性化深さに対する、各薬品を添加した場合の中性化深さの比を示す。薬品を添加したモルタルの中性化深さは、薬品の種別で相違があるが無添加のプレーンの場合より3~7割小さくなった。すなわち薬品Aでは、0.5~2.0%添加の場合に、比が約0.7となったが、添加量による変化はあまり見られない。薬品Bでは0.5%添加の場合は中性化低減に対する効果はほとんどないが、添加量の増加と共に中性化深さが急激に減少し、2.0%添加時には、比が約0.3と1/3以下になっており、中性化防止効果が極めて大きいことが認められた。薬品Cでは、1%と2%とでは添加量に比例して中性化深さは減少し、3%添加の場合で比は約0.5となった。薬品Dは4種類の薬品で唯一塗布タイプのものであるが、傾向としては薬品Cと同様であり、2回塗りの場合で比は約0.6となった。次に図-4に重量変化率を示す。重量変化の傾向としては中性化深さの場合と同様で添加量が多いほど小さくなっている。図-5、図-6にそれぞれ材令7日、28日の圧縮強度を示す。材令7日の場合、薬品添加量に比例して圧縮強度は減少しており、その傾向は特に薬品Aの場合に著しい。また28日強度では、薬品A、Cでは、添加量の影響は大きくなく、ほぼ一定となっており、プレーン強度に比べ約20%の強度低下となっている。薬品Bでは0.5%、1.0%添加時は、約5%の強度低下でほぼ同じだが、2%添加すると約20%の強度変化を生じた。以上のように薬品によって、中性化防止効果と圧縮強度低下が異なっているので使用に際しては前もって試験することが重要である。

## 5. まとめ

ドロマイト質石灰岩、石灰岩、ホルンフェルスについてW/Cを変えて中性化試験を行った結果、W/C=60%の場合、中性化深さは、ドロマイト質石灰岩の場合が最も大きく、次に石灰岩で、ホルンフェルスの場合が最小となったがW/C=50%以下の場合、岩種による差はほとんど認められず、W/Cが小さくなるほど、中性化深さは小さくなる。また中性化による重量増加率はW/Cが大きいほど大きく、W/C=60%の場合、ドロマイト質石灰岩の場合が最大となった。

今回使用した中性化防止剤はその効果に差はあるものの、すべての場合に中性化深さは減少し、最も効果があったものは、セメントと砂の合計重量の2%添加した場合の中性化深さは、無添加の場合の約1/3となった。

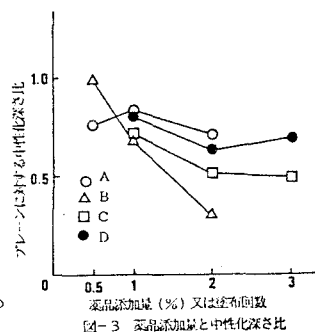


図-3 薬品添加量と中性化深さ比

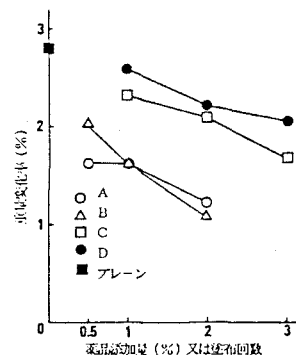


図-4 薬品添加量と重量変化率

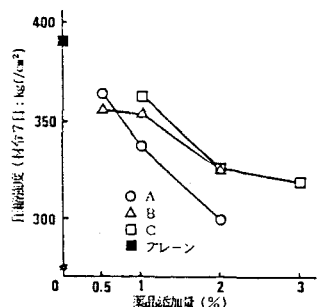


図-5 薬品添加量と圧縮強度 (材令7日)

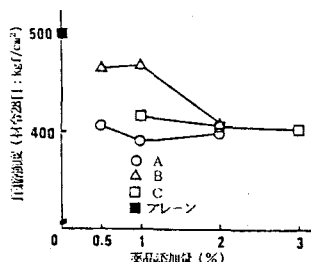


図-6 薬品添加量と圧縮強度 (材令28日)