

岩手大学 学生員 ○ 尾形 博之
岩手大学 正 員 藤原 忠司

1. まえがき

本研究では、アルカリ骨材反応が生じたモルタルの種々の性質を調べ、この問題に関する基礎的な資料を得ようとしている。

2. 実験概要

骨材は化学法（ASTM C289）により潜在有害と判定された安山岩質の碎石を粒度調整して使用した。セメントは等価 Na_2O 等量0.63%の普通ポルトランドセメントを使用し、等価 Na_2O 等量2.0%となるように NaOH を添加したモルタル（以下添加モルタルと呼ぶ）と、無添加のモルタル供試体を作製した。供試体寸法は $4 \times 4 \times 16 \text{ cm}$ とし、配合や養生条件などはASTM C227に従った。膨張量、圧縮強度、曲げ強度および動弾性係数を測定し、供試体表面のひびわれの状況や長さも調べた。さらに、供試体を切断し、その断面を顕微鏡により観察した。

3. 結果および考察

図-1は、膨張ひずみの測定結果である。添加モルタルは材令初期より膨張が始まり、しかも、わずか材令9日で 1×10^{-3} を越えている。また、材令3ヶ月における膨張量も 6×10^{-3} と異常に大きく、ASTMの規格をはるかに越える。

図-2に圧縮強度と曲げ強度を示す。いずれの強度も添加モルタルと無添加モルタルとで、絶対値に大きな開きがある。この強度の違いには、アルカリ骨材反応による強度低下に加え、過度の NaOH 添加によるマトリックスの強度低下も懸念されるため、セメントペーストを用いて NaOH 添加の影響を調べてみた。その結果、材令3週における添加セメントペーストの圧縮強度および曲げ強度は、無添加セメントペーストのそれぞれ60%、85%程度の値を示し、過度の NaOH の添加が強度に悪影響を及ぼしていることが認められた。アルカリ骨材反応に関する実験においては、反応を促進するため、 NaOH を添加するのが一般的な方法となっているが、その添加の量には、注意を要すると言えよう。

この添加による強度への悪影響はあるとしても、アルカリ骨材反応によって圧縮、曲げ両強度の絶対値が著しく低下しているのは明らかである。ただし、経時変化については両強度で差があり、圧縮強度は反応の過程で単調に増加するのに対し、曲げ強度はいったん低下したのち増加の傾向を示す。膨張に伴う組織の弛緩やひびわれの発生は曲げ強度の低下をもたらすものの、見掛けの圧

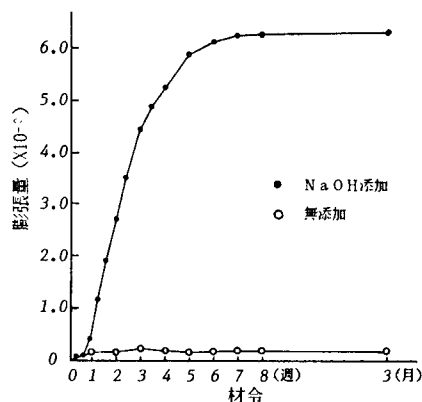


図-1 膨張量の経時変化

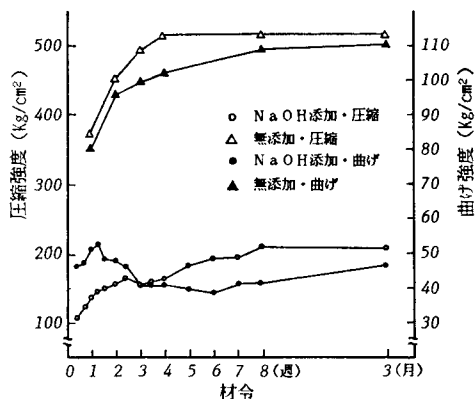


図-2 圧縮強度と曲げ強度の経時変化

縮強度にはそれほど影響しないことや、反応過程においても水和がある程度進行することおよび膨張による内部応力が長期材令では消失することなどが複雑に絡み合い、以上の経時変化の違いをもたらしたと推定される。

動弾性係数の変化を示したのが図-3であり、添加モルタルの動弾性係数には、曲げ強度と類似した傾向がみられる。これは、内部における組織の弛緩やひびわれの発生が動弾性係数に敏感に反映するためと考えられ、アルカリ骨材反応が生じれば、弾性的性質が低下して、変形が過大になる恐れがあることを示している。

供試体の断面を顕微鏡観察した一例が、写真-1である。特徴としては、次のような点が挙げられる。

- ① 無添加モルタルの骨材は全体的に暗色を示しているが、添加モルタルの骨材は材令2週以後、灰色や黄土色などに変色する骨材が増え、全体的にみて白っぽい骨材が多くなる。
- ② 変色した骨材の多くが反応環を有する。
- ③ 骨材自体にひびわれが見られる例も多い。また、骨材のひびわれがセメントペーストを通して連結する場合もある。
- ④ 供試体表面付近には反応した骨材がほとんど見られない。
- ⑤ セメントペーストのひびわれや反応骨材周辺に、透明および白色の成生物が見られる。また、材令4週以後になると、空隙中にも透明および白色の成生物が見られるようになる。

図-4は、供試体表面におけるひびわれの発生状況を示している。膨張に起因するひびわれに特有の亀甲状ひびわれが著しく発生しており、中にはポップアウトを起こしている供試体もある。

このひびわれ長さをキルビメータで測定し、それと前述の膨張量およびポイントカウント法に準じて求めた反応環を有する骨材の割合とを比較したのが図-5である。いずれも材令3ヶ月を基準にして表示している。三者はほぼ軌を同一にしており、反応環を有する骨材が増加するに伴い、供試体は膨張し、ひびわれの発生、伸展が起こるという因果関係がはっきりと現れている。

なお、同一の碎石を用いたコンクリートについても、著しい膨張と多くのひびわれの発生が見受けられている。

おわりに、化学法の測定をして戴いた岩手大学資源開発工学科 関本研究室の皆様へ深く感謝いたします。

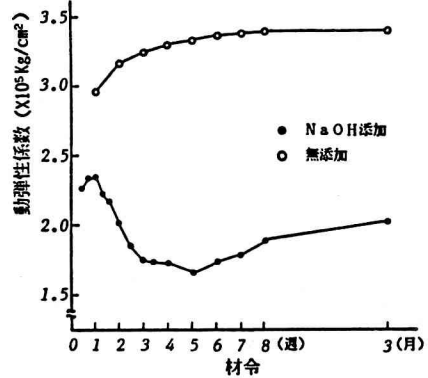


図-3 動弾性係数の経時変化

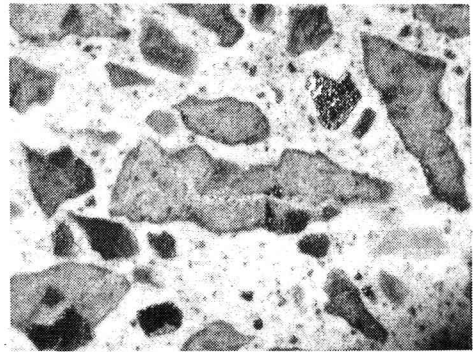


写真-1 (×20)



図-4 ひびわれの状況

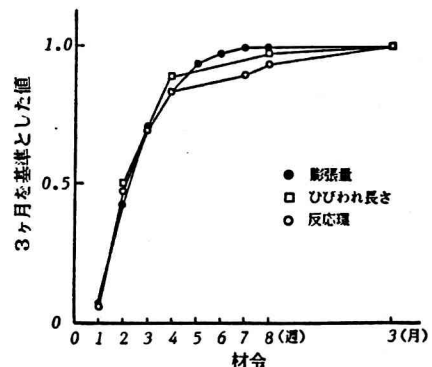


図-5 膨張量、ひびわれ長さと反応環を有する骨材の割合との関係