

V-171 濁沸石含有骨材を使用したモルタルの曝露に対する耐久性

建設省土木研究所	正会員 脇坂安彦
大成建設技術研究所	正会員 武田 均
間組技術研究所	正会員 佐々木肇
熊谷組技術研究所	野坂 徹
建設技術研究所	正会員 中尾誠司

1. はじめに

1923年にPearson and Laughlinは米国カリフォルニア州ロサンゼルス市におけるコンクリートの崩壊原因を調査し、濁沸石がコンクリートに有害であることを初めて明らかにした。その後、我が国においても濁沸石がコンクリートにとって有害であることが記載されている（たとえば、有泉(1979)、丸・柳田(1981)など）が、これらはいずれも実験によって確かめられたものではない。濁沸石について実験的研究をしたものには、尾野ほか(1981)の濁沸石と $\text{Ca}(\text{OH})_2$ との反応についての検討があるのみである。以上のように濁沸石がモルタル・コンクリートにとって有害であることを実験的に確認し、その機構を明らかにした報告は皆無であるといつてよい。そこで著者らは、濁沸石がコンクリートに起こす品質低下現象およびその機構を解明することを目的に各種骨材試験・モルタル試験を行ってきた。ここではそれらのうち、濁沸石含有骨材を使用したモルタルの曝露に対する耐久性について報告する。

2. 試験の概要

モルタル供試体は表-1に示す5種類を作製した。Lw、Ls、Sdモルタル（グループ1）には濁沸石含有骨材として広島県産花崗岩（N骨材）、濁沸石非含有骨材として広島県産花崗岩（HT骨材）、Lg、Sgモルタル（グループ2）には濁沸石含有骨材として熊本県産閃緑岩（M骨材）、濁沸石非含有骨材としてHT骨材を使用した。また、グループ1のLmモルタルには濁沸石含有骨材のM骨材のみを使用した。モルタルの配合はW/C=50%、S/C=2.0、モルタルの大きさは $4 \times 4 \times 16 \text{ cm}$ である。

モルタルは28日間の水中養生後、つくば市内の建設省土木研究所の実験棟屋上に曝露した。曝露は、供試体に直接降雨が当たる条件（以降、降雨条件と呼ぶ）と供試体を蓋付きのコンテナに入れ降雨が当たらない条件（非降雨条件）とで行った。曝露の開始前と曝露期間中の適当な時間に供試体の重量、長さ（JIS A 1129のダイヤルゲージ法）、動弾性係数（JIS A 1127のたわみ振動）の測定を行った。

3. 試験の結果と考察

3.1 グループ1のモルタルの相対動弾性係数

Lw、Ls、Sdモルタルの試験結果のうち耐久性の指標となる相対動弾性係数の経時変化を図-1に示す。各モルタルの降雨条件と非降雨条件との関係をみるとほとんどのモルタルで、降雨条件よりも非降雨条件の方が相対動弾性係数が低い。これはDavis and Troxell(1929)が報告しているように、弾性係数は乾燥した供試体よりも湿潤状態にある供試体の方が大きいということを表しているものと考えられる。濁沸石の含有量との関係をみると、含有量が最も多いLmモルタルの降雨条件の低下が顕著である。Lmモルタルでは材令50日くらいからポツアウト、亀裂、剥離が観察された。Lwモルタルでは

表-1 作製したモルタルの種類。各モルタルは曝露用に8本ずつ作製した。

1)グループ1のモルタル			2)グループ2のモルタル		
モルタル	割合	備考	モルタル	割合	備考
Lw-1	0.0%	濁沸石非含有	Lg-1	10.0%	濁沸石5-1.2mmにのみ混合
Lw-2	6.0	濁沸石を全粒径にわた	Lg-2	8.5	濁沸石1.2-0.3mmにのみ混合
Lw-3	12.0	り混合	Lg-3	10.0	濁沸石0.6-0.3mmにのみ混合
Ls-1	3.5	濁沸石を0.15mm以下の	Lg-4	10.8	濁沸石0.6-0.15mmにのみ混合
Ls-2	8.0	粒径のみで混合	Lg-5	3.4	濁沸石0.15mm以下にのみ混合
Ls-3	13.0		Sg-1	0.0	Lg-1の粒径分布比較用
Lm	約30	濁沸石は全粒径	Sg-2	0.0	Lg-2の粒径分布比較用
Sd-2	0.0	Ls-2の粒径分布比較用	Sg-3	0.0	Lg-3の粒径分布比較用
Sd-3	0.0	Ls-3の粒径分布比較用	Sg-4	0.0	Lg-4の粒径分布比較用
			Sg-5	0.0	Lg-5の粒径分布比較用

濁沸石の含有量が多いものほど降雨条件、非降雨条件ともに相対弾性係数は低下する傾向がある。特にLw-3では材令400日以降の降雨条件の低下が著しい。他方、濁沸石を微粉のみで混合したLs、濁沸石を含まないSdモルタルでは相対動弾性係数はほぼ100%にあり、変化していない。LmおよびLwモルタルの材令400日以降では他と違って非降雨条件よりも降雨条件の方が相対動弾性係数が低下している。以上のことから、濁沸石は微粉でモルタルに含まれていても耐久性に影響を及ぼさないこと、またある程度の含有量と粒径以上で骨材に含まれていても降雨が当たらなければ影響を及ぼさないことが予想される。

3.2 グループ2のモルタルの相対動弾性係数

Lg、Sgモルタルは現在（平成8年2月初）までに約480日間曝露している。これらのうち濁沸石を混合した粒径が最大であるLg-1モルタルでは、材令400日程度から微小なポップアウトや亀裂およびそれらに伴う微量の剥離が認められるようになってきている。これ以外のモルタルには外見上の変化は認められない。相対動弾性係数は表面に変化が認められたLg-1も含めていずれも100%前後であり、低下は生じていない。また、ほとんどの場合、降雨条件よりも非降雨条件の方が相対動弾性係数は低い。

4. まとめ

濁沸石が骨材中に含まれているとモルタルにポップアウト、亀裂、剥離が生じ劣化することがある。モルタルが劣化するのは、濁沸石がある程度の含有量および粒径以上で骨材に含まれ、乾燥湿潤を繰り返すような環境におかれた場合である。濁沸石が0.15mm以下の微粉で含まれていても劣化しないことから、劣化の機構は物理的なものであると推定される。今後、濁沸石がモルタル・コンクリートに影響を与える粒径と含有量の組み合わせ、モルタル等の長期的な耐久性を明らかにするとともに劣化現象の機構を解明する必要がある。

参考文献

- 有泉 昌(1979):粘土科学, 19巻, 2号, 41-55.
 Davis and Troxell(1929):Proc. ASTM, 29, Pt. 2, 678-710.
 丸 章夫・柳田 力(1981):コンクリート工学, 19巻, 11号, 85-89.
 尾野幹也ほか(1981):セメント技術年報, 35巻, 170-173.
 Pearson and Laughlin(1923):Proc. ACI, 19, 142-155.

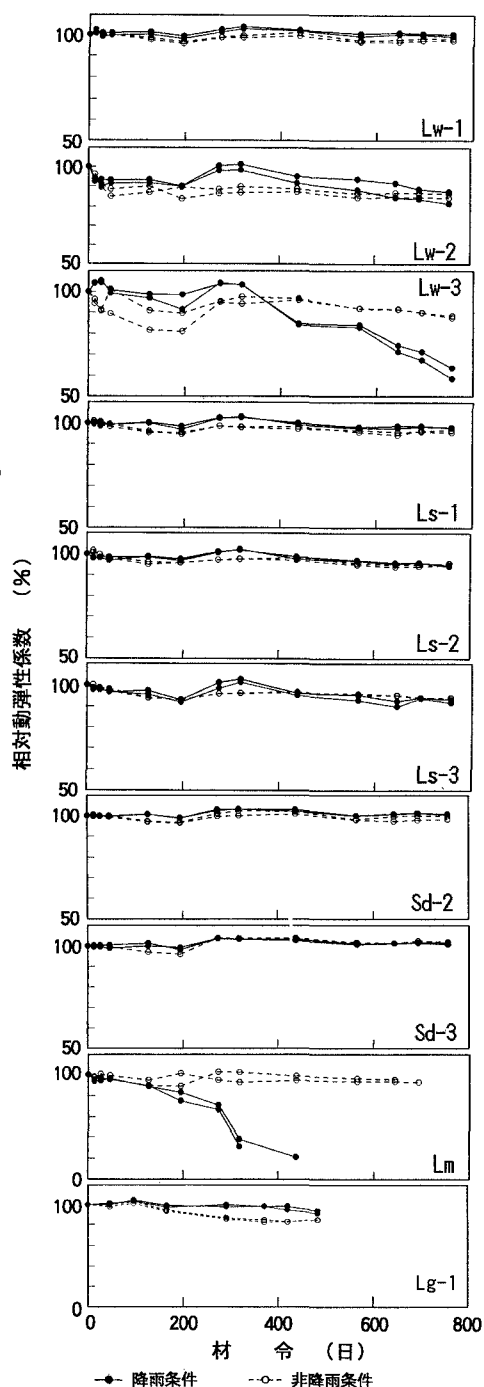


図-1 Lw、Ls、Sd、Lmモルタルの相対動弾性係数の経時変化