

モルタルの耐凍害性に及ぼすカーボンの影響

岩手大学 学生員 ○小島 千鶴

岩手大学 正会員 帷子 國成

岩手大学 正会員 藤原 忠司

1. まえがき

カーボンは、非常に吸着能力が高く気体を吸収する性質があるため、コンクリート用骨材にカーボンが含まれていると、コンクリート中の空気を吸収してしまい、空気連行と耐凍害性を阻害する恐れがある。本研究は、モルタルを対象として、耐凍害性に及ぼすカーボンの影響を検討したものである。

2. 実験概要

(1) 使用材料と配合

セメントには普通ポルトランドセメント、細骨材には川砂（比重：2.52、吸水率：3.80）および砕砂（比重：2.64、吸水率：1.66）を用いた。定量的に把握してはいないが、砕砂はカーボンの混入が懸念されているものである。これに対し、川砂にはその懸念がなく、これに粉末状の活性炭を人為的に添加し、カーボンの影響を見ることにした。モルタルの配合は表-1の通りであり、A E剤を用いて空気を連行させた。

表-1 モルタルの配合

W/C (%)	単位量 (kg/m ³)		
	W	C	S
58.5	280	479	1317

(2) 試験方法

① 凍結融解試験 ASTM C-666 に準拠し、気中凍結・水中融解方式（B法）で行った。試験開始材齢は28日とし、温度-18～+5℃の範囲で凍結融解を繰り返し、30サイクルごとに一次振動数（動弾性係数）と質量を測定し、耐久性指数（DF）を算出した。

② 硬化モルタルの空気量と気泡間隔係数の測定 ASTM C-457 のリニアトラバース法に従った。これは10×10×40cmの供試体を切断し、その断面を研磨粉で十分に研磨した後、90mmのトラバース線上の気泡総数や気泡弦長の総和などを顕微鏡観察によって求めるものである。

3. 実験結果と考察

表-2は、フレッシュモルタルの空気量を示している。基準としたのはNo.1であり、活性炭無添加の川砂を用いて目標空気量を8%とし、所要のA E剤使用量（100倍に薄めた溶液のセメントの質量に対する百分率）を求めた。No.2～No.5は、このA E剤量で活性炭を4水準に添加させた場合であり、活性炭の添加により空気量は減少し、カーボンが空気連行を阻害することは明瞭である。活性炭の添加量は細骨材の質量に対する割合であり、これが0.1%を超えれば、空気量は1/4以下にまで低下する。

No.6～No.8では、基準となるモルタルと同程度の空気量を確保するために、どの程度のA E剤量を要するかを検討した。活性炭を添加すれば所要のA E剤量は大幅に増加し、0.1%を超える添加量では、いかにA E剤量を増やしても基準と同程度の空気を連行できないため、表-2では、活性炭の添加量1.0%の資料が欠落している。

表-2 フレッシュモルタルの空気量

No.	砂の種類	A E剤 使用量 (%)	活性炭 添加量 (%)	フレッシュ時の 空気量 (%)
1	川砂	1.2	0.0	8.4
2	川砂	1.2	0.01	5.8
3	川砂	1.2	0.03	3.9
4	川砂	1.2	0.1	2.0
5	川砂	1.2	1.0	2.0
6	川砂	2.5	0.01	8.3
7	川砂	5.1	0.03	8.4
8	川砂	10.3	0.1	6.6
9	砕砂(洗浄)	1.2	—	5.8
10	砕砂(無洗浄)	1.2	—	4.6
11	砕砂(洗浄)	2.5	—	7.9
12	砕砂(無洗浄)	3.5	—	8.1

砕砂については、そのまま用いる場合（無洗浄）と洗浄して用いた場合とを検討した。No. 9 および No. 10 は、基準と同じ A E 剤量とした場合であり、基準に比べて空気量は少なく、用いた砕砂は川砂に比べて空気を行きにくい性質を有していると言える。とくに、無洗浄でその傾向が著しい。

No. 11 および No. 12 では、基準と同程度の空気量を確保するために必要な A E 剤量を求めた。無洗浄の場合は、基準の 3 倍程度の A E 剤を要し、この砕砂にカーボンが存在している恐れは大きい。

図-1 は、フレッシュモルタルと硬化モルタルの空気量の関係を示している。両者はほぼ比例関係にあるが、硬化モルタルの空気量はフレッシュモルタルに比べ、一様に小さくなっている。カーボンを比較的多量に添加し、フレッシュ時に小さな空気量を示した No. 4 および No. 5 では、硬化後の空気量がさらに減少している。

硬化モルタルの空気量と凍結融解試験によって求めた耐久性指数との関係を図-2 に示す。また、図-3 は気泡間隔係数と耐久性指数との関係である。

耐久性指数 60% 未満となって耐凍害性に劣ったのは、No. 4 と No. 5 の 2 例であり、これらは比較的多量のカーボンの混入により、空気連行が阻害され、硬化後の空気量が小さく、かつ気泡間隔係数が大きいため、著しく劣化したのは明らかであり、耐凍害性にとってカーボンの存在には注意を要する。ただし、他はすべて十分な耐久性指数を有しており、カーボン量が微量であれば問題にならない。この許容されるカーボン量の見極めが今後の課題である。また、カーボンの含有が懸念される砕砂を用いたモルタルも、本実験の範囲内では十分な耐凍害性を示したが、この砕砂を用いたコンクリートは、場合により耐凍害性に劣るとの結果を既に得ており、より少ない A E 剤を使用したモルタルでの耐凍害性を検証する必要がある。

4. あとがき

カーボンがコンクリートの耐凍害性を損なわせることは、フライアッシュを用いたコンクリートを対象として既に指摘されている。一方、骨材によってはカーボンを含むものもあり得るが、この点はそれほど注目されていない。本実験で使用した砕砂も空気連行性に劣る傾向があり、今後カーボンの存在との因果関係を更に究明していく必要がある。

終わりに、本研究遂行にあたり、ご協力を賜りました岩手県生コンクリート工業組合の方々に、深く感謝の意を表します。

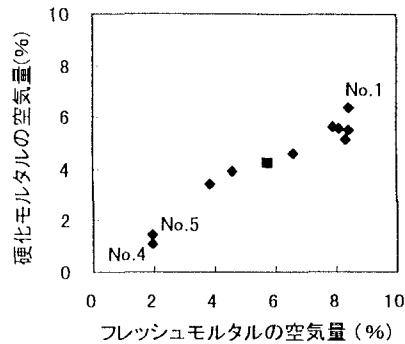


図-1 フレッシュ時と硬化後の

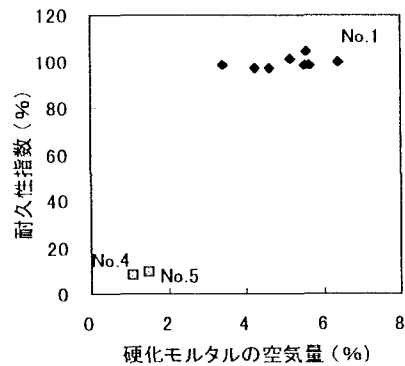


図-2 硬化後の空気量と耐久性指数の関係

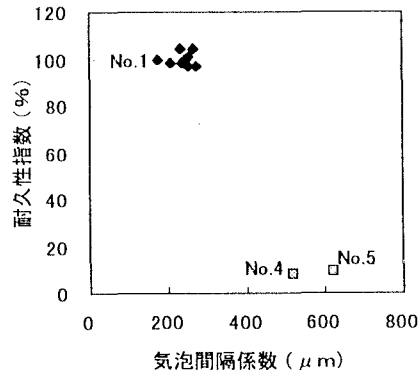


図-3 気泡間隔係数と耐久性指数の関係