

コンクリートの表面からの深さと気泡システム との関係について

廣 川 一 巳*・前 川 静 男**

Relationship between Air-void system and depth from concrete surface

Kazumi HIROKAWA and Shizuo MAEKAWA

要 旨

AE コンクリートの凍害としては、表層剝離など主として表面付近に限られている。そこで、表面付近の気泡システムを知ることが重要となる。

本研究では、表面から深さ 2 mm, 4 mm 及び中央部の気泡システムについて考察したものである。

1. ま え が き

寒冷地におけるコンクリートの耐久性の必要性はいうまでもなく、AE 剤などの使用は不可欠なものとなっている。

確かに、AE 剤などの使用で凍結融解作用に対する抵抗性は増してはいるものの、コンクリートの表層剝離はへってはいない。剝離解明の、一手段としての気泡システムを調べる必要があるとなってくる。気泡システムに関する研究は Powers をはじめ多くある。一般にコンクリートの耐久性を考えた場合、気泡間隔係数 $\bar{L}$ は 0.20~0.25 mm 以下¹⁾が良いとされ、空気量としては 4~6%とされている。また、AE コンクリートの気泡の比表面積 α は 20~26 mm²/mm³²⁾とされている。

そこで、本研究では、Non AE, AE 剤, 減水剤使用のコンクリートについて、上面、側面、底面における、表面から 2 mm, 4 mm の深さと中央部の気泡システムを測定し、検討しようとした。

2. 実 験 概 要

2. 1 実験材料及び配合

使用セメントはフライアッシュ B 種(普通ポルトランドセメントに置換率 15%のもの、比重 2.98), 混和剤については、用いないもの(以下 NA), AE 剤使用のもの(以下 AE), 減水剤使用のもの(以下 WR)の 3 種とした。細骨材は浜厚真産(比重 2.68), 粗骨材は静内産(比重 2.71)を使用した。

コンクリートの配合及び練りあがり性状、圧縮強度は、Table-1 に示す。

2. 2 供試体

凍結融解用供試体は 10×10×40 cm の角柱を使用した。気泡システム測定用供試体は 10×10×40 cm の角柱を Fig. 1 に示すようにダイヤモンドカッターで切断した。またコンクリートを打込んだ時の方向で、それぞれ、上面(Top), 側面(Side), 底面(Bottom)として、表面からそれぞれ 2 mm(以下記号 2 M), 4 mm(以下記号 4 M)まで研磨し、試験面とした。また、角柱の中心が試験面となるように 2 種切断し、水平方向のものを CH, 垂直方向のものを CV とし、中心と表面付近と比較した。

2. 3 凍結融試験方法

凍結融試験は ASTM C666-77³⁾ に準じて行な

* 助手 土木工学科

** 教授 土木工学科

Table 1 -Mix proportion and properties of fresh concrete

Admix-ture	Mix proportion						Fresh concrete			Compre-ssive strength at 28 days (kg/cm ²)
	W/C (%)	s/a (%)	C (kg)	W (kg)	S (kg)	G (kg)	Slump (cm)	Air content (%)	Tempe-rature (°C)	
NA	55	38.0	291	160	740	1222	11.0	0.9	20.3	167
AE	55	38.0	282	155	713	1176	9.5	5.0	20.3	270
WR	55	38.0	245	135	748	1230	10.0	5.5	20.0	226

NA Non AE
AE AE agent
WR Water reducing agent

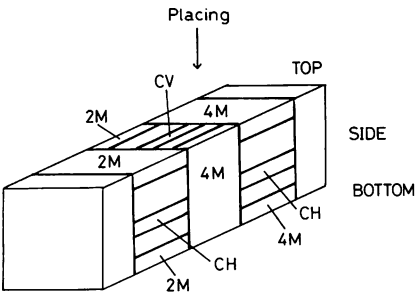


Fig. 1 Cutting

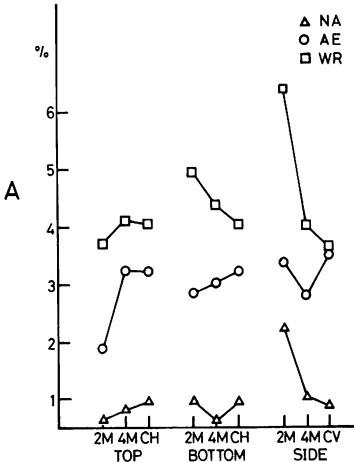


Fig. 2 Air-void content

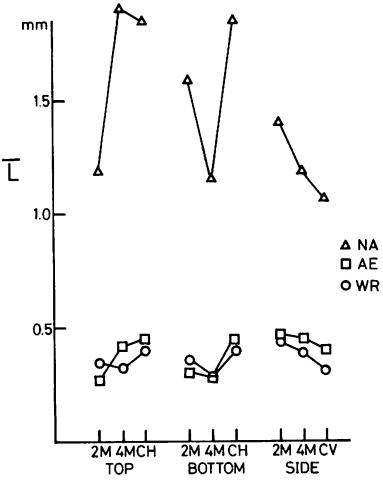


Fig. 3 Spacing factor

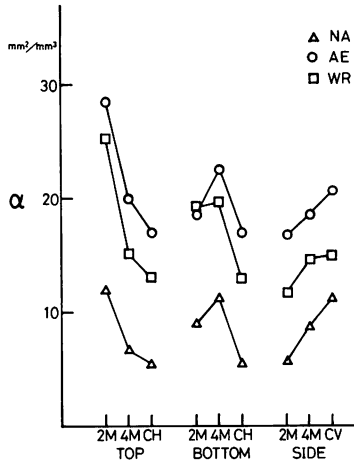


Fig. 4 Specific surface

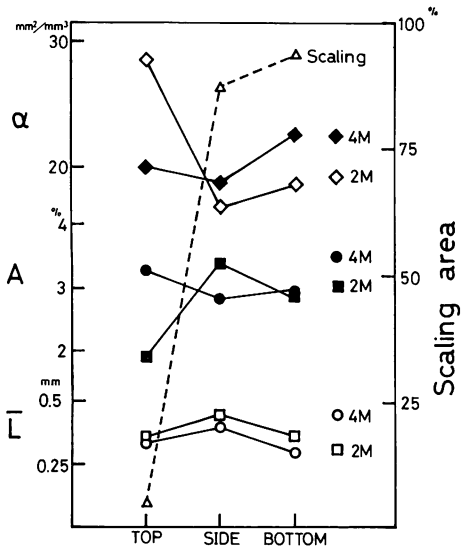


Fig. 5 α , A , $\bar{L}$ and scaling area of AE

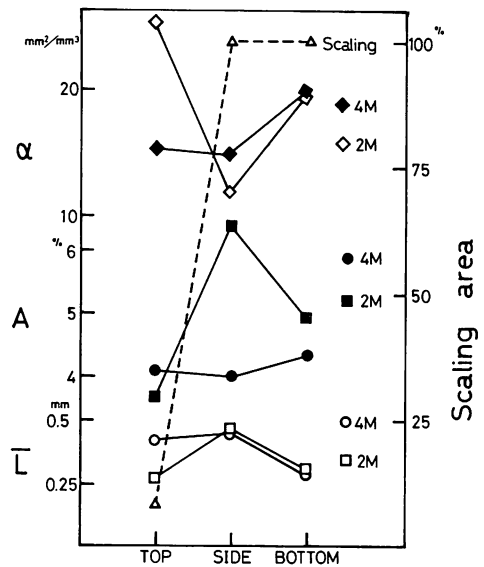


Fig. 6 α , A , $\bar{L}$ and scaling area of WR

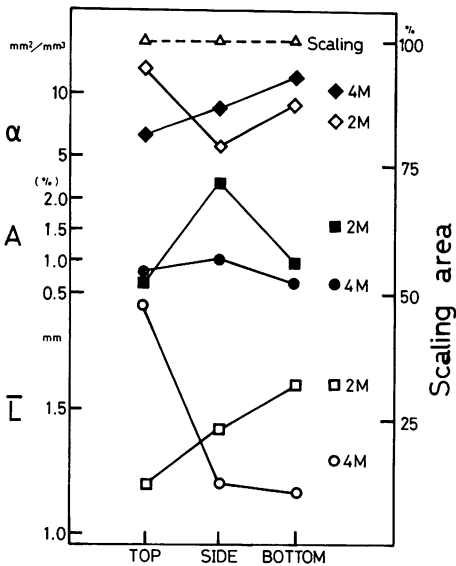


Fig. 7 α , A , $\bar{L}$ and scaling area of NA

い、作用水を 3% NaCl を用い、28 日間水中養生後、1 日 2 サイクルで凍結融解比 2 : 1 で 15 サイクルまで行ない、各供試体の各表面の剥離面積率（剥離した部分の試験面に対する百分率）、を測定した。

2. 4 気泡システムの測定

気泡システムの測定は ASTM, C457-71⁴⁾ のうちリニアトラバース法に基づいて行なった。

供試体の試験面が表面に近い、セメント

ペースト量は顕微鏡によるトラバースにより定めた。

気泡システムの空気量 A 、比重面積 α 、および間隔係数 $\bar{L}$ を求めるため次の式を用いた。

$$\alpha = \frac{4}{\bar{L}} \quad \bar{L}: \text{空気泡の平均弦長 (mm)}$$

$$A = 100 n \bar{L}$$

n : 1 mm 当りの横切った気泡断面の平均数

$$\bar{L} = \frac{3}{\alpha} \left[1.4 \left(\frac{p}{A} + 1 \right)^{1/3} - 1 \right]$$

p : 顕微鏡トラバースで求めたセメントペースト量の体積百分率。

3. 結果及び考察

空気量に関しては、Fig. 2 に示すように、Non AE, AE, WR のすべてにおいて、上面では、表面から 2 mm が少なく、4 mm へと増加の傾向がみられる。側面と底面では、上面とは逆に表面から 2 mm が多く 4 mm へと減少している傾向が見られる。また、側面の方が、多少ではあるが、空気量が多くなっている。締固め時による影響もあるが、断定はむずかしい。

間隔係数 $\bar{L}$ については、まえがきにも述べたが 0.20 ~ 0.25 mm 以下が耐久性に望ましいということで、目標空気量を 5% として、AE, WR の供試体を作成したが、Fig. 2 に示すようにフレッシュコンクリートでの空気量より減少し、Fig. 3

のように $\bar{L}$ は0.25mmより少し大きく出た。各面の傾向を見ると、上面では、表面から2 mmが小さく4 mmがやや大きく出ている。側面、底面では、表面から2 mmが4 mmよりやや $\bar{L}$ が大きく出ている。しかし、AE, WRは、図を見てわかるように、極端には値がはなれていない。しかし、Non AEでは $\bar{L}$ の差が大きく出た。これは、AE, WRにおける空気を一様に分布させる効果の差があらわれている。

比表面積 α については、Fig. 4に示すように、WRよりやや空気量の少ない、AEの方が全体的に α が大きくなった。上面では、表面から2 mmが大きく、4 mmとの差が他の面より少し大きくなっている。側面、底面では表面より4 mmのほうが2 mmより大きくなっている。

Fig.5にはAE剤を使用したコンクリートの α , A, $\bar{L}$ と剝離面積率を表面からの深さ別に示したものを、Fig.6には減水剤を使用のものを示しており、剝離面積率でいうと上面が他の面に比べ非常に少ない結果となった。多くの実験をしてないのではっきりしたことが言えないが、剝離の少ない部分では空気量は少なく、比表面積が大きい結果となった。つまり、 $\alpha=4/\bar{L}$ に見られるように、 α が大きいということは、空気泡平均弦長が小さいことを示している。上面では、空気泡の径の小さいものが他の面の表面から2 mmの部分より多いことが考えられる。Non AEでも剝離は全部しているものの、同様の結果となった。

4. ま と め

以上のことをまとめると、Fig.5, Fig.6, Fig.7に示されるように、供試体10×10×40 cm,の供試体において、上面の表面から2 mmのところでは、 $\bar{L}$ が他とはあまり変わらないのに、4 mmに比べ空気量が少なく、比表面積の大きいことが明らかになった。

ただし、供試体断面が小さいため、他の面の締めなどの影響がはっきりしない点があるのと、凍害との関係をさらに明らかにするのが今後の問題点である。

最後に本研究にあたり、実験に協力していただいた、岸友紀、西村孝治両氏に深く感謝する次第である。

参 考 文 献

- 1) 例えば Powers, ACI committee 212 など
 - 2) 小林正凡, セメントコンクリート 249, Nov, 1967
 - 3) ASTM C666-77 及び工業規格便覧(セメントコンクリート)(1977年版)(朝倉書店)
 - 4) ASTM C457-71, 及び工業規格便覧(セメントコンクリート)(1977年版)(朝倉書店)
 - 5) 岩崎訓明著, コンクリート特性(技報堂)
- (昭和58年11月30日受理)