AEレデー・ミクスト・コンクリート中の空気量*

眞 田 義 彰**

On The air content contained in the air entrained ready mixed concrete

by Yoshiaki SANADA

This paper presents the result of test conducted by means of Air-Meter for the purpose of measuring air content on the concrete produced at both the Ikebukuro and Narihatabashi Plants of our company.

(1) Air content per cubic meter in case the quality and quantity of AEA, cement, aggregates used are maintained constant:

The concrete tested was these manufactured at our plants during one year from Oct. 1952 to Sept. 1953. Vinsol. Resin used 0.75% of cement, and cement used more than 300 kg for the concrete per cubic meter. Fine aggregates used are of same province and nearly 2.2 fineness modulus, while the maximum size of coarse aggregates which have nearly 9.8 of fineness modulus, is 25 mm. Also distributing state of air was investigated for three different slumps ranging from 0~10, 10~20 and above 20 without considering of temperature.

(2) Variation of air content for every month when concrete was placed:

Of the results of air test made from Jan. to Sept. 1953 without reference to ratio of fine and coarse aggregates, taken into consideration was a concrete containing 250 kg of cement per cubic meter. The results was that 47.9% of concrete contains 4+0.5% of air, 77.6% of concrete 4+1.5% of air and 92% of concrete, 4+1.5% of air as given in Table 6.

From the above, several problems such as variation of air content for different fineness of fine aggregates, selection of sample for air test and possibility of adding AEA into paste were investigated.

1. 緒 論

当社はレデーミクストコンクリート（生コンクリート）の製造販売を昭和24年11月操業を開始し、原始的な方法で運搬供給した関係上当時はコンクリートの分離が問題となり、この防止のため昭和25年1月からAE材の研究を始めた。この当時AE材に関するアメリカの文献は多く見ることができたが、AE材の入手には相当の努力を要した。

2月初めに少量のアメリカ製ビンソール・レジンを入手して実験に着手し、容積による空気量の測定、強度試験など2ヶ月にわたり実施し、一応の結論を得て配合設計の上、比較試験研究の結果AEコンクリートにも自信を得たので、昭和25年5月以降コンクリート

の分離防止を目的として最少限度のAE材を使用して、わが国初めてのAEレデー・ミクスト・コンクリートの販売を開始した。

AE材はビンソール・レジンを使用し、その量はセメントの10万分の1より段々多くして10万分の3程度まで入れ、空気量を3%以下として、AEコンクリートを製造した。この間AE材の入手難にて直接アメリカより航空便にて購入したほどであつた。その後6月には空気量測定用エアメーターも完成し、常に構造物に適合した空気量を入れることができるようになつた。

このように分離防止を目的にAEコンクリートを使用したか、この反面現場の施工容易となり、現場よりも好評を得た。その後今日に至るまで約20万m³に全部ビンソール・レジンを使用しているが、使用も簡単で空気量も確実である。

* 原稿受付 昭和28年11月19日

** 磐城セメント株式会社

以下当社池袋梁平橋工業所における製品の空気量試験結果について考察する。

2. AE材、セメント使用量、骨材品質 のほぼ一定な場合の空気量

27年10月より28年9月に至る1ヶ年間の工場出荷製品の空気量試験のうち次の条件に合致するものを整理した。

- 1) ビンソール・レジンをセメントの0.75%使用したもの
- 2) セメント使用量 300 kg/m^3 以上のもの
- 3) 細骨材は同一産地のもの粗粒率 2.2 前後、粗骨材は 25 mm 以下のもの粗粒率 6.8 前後

なおコンクリートの温度は考慮せず、スランプ 0~10 cm, 10~20 cm, 20 cm 以上の3段階に分け、各々についてその分布状態を考察した。

空気量測定にはワシントン型エアーメーターを使用した。

(1) 分布状態 各スランプの段階ごとの Air を示すと Tables 1~3 のようである。なおこれを標準

Table 1 Calculation for standard deviation
(slump: 0~10 cm).

Air %	frequency	Air×frequency	(Air) ² ×frequency
2.5	4	10	25
3.0	14	42	126
3.5	38	133	465.5
4.0	38	152	608
4.5	46	207	931.5
5.0	12	60	300
5.5	2	11	60.5
total	154	615	2516.5

Table 2 Calculation for standard deviation
(slump: 10~20 cm).

Air %	frequency	Air×frequency	(Air) ² ×frequency
2.0	12	24	48
2.5	22	55	137.5
3.0	23	69	207
3.5	32	113	392
4.0	38	152	608
4.5	24	108	486
5.0	16	80	400
total	167	600	2278.5

化せしものは Figs. 1~3 のようである。分布を表わす数値を列記すれば Table 4 のようである。

Table 3 Calculation for standard deviation
(slump: 20~30 cm).

Air %	frequency	Air×frequency	(Air) ² ×frequency
2.0	20	40	80
2.5	32	80	200
3.0	44	132	396
3.5	50	175	112.5
4.0	14	76	304
4.5	8	36	162
5.0	4	20	100
total	172	559	1854.5

Fig. 1

Fig. 2

Fig. 3

Table 4 Relation between slump and air content distribution.

No.	slump	mean ($\bar{x}$)%	standard (σ) %	unbiased variance	($\bar{x} \pm \sigma$)%	($\bar{x} \pm 2\sigma$)%
I	0~10	4.0	0.60	0.37	74	96
II	10~20	3.6	0.84	0.71	70	99
III	>20	3.2	0.50	0.25	73	93

なお分布に異常に外れているものについては棄却限界法により検定し、危険率5%にて棄却した。その数はIについて3個、IIについて10個、IIIについては皆無である。

以上の結果より見ると($\bar{x} \pm \sigma$), ($\bar{x} \pm 2\sigma$)は理論値68%, 95%に極め近く、その他 χ^2 検定により正規分布との適合度を見ても良好な一致を示しており、したがって以上の data は正規分布する母集団より抽出したことがわかる。

(2) 考 察 i) スランプの各段階ごとの分散度について 各相互間に有意性存在を確かめるため等分散仮設の検定をF-分布によつて検定すると、各々相互間には有意水準1%に差は認められず、高度に有意性があることが明らかとなつた。したがつて各段階において空気量の変動はかなり異なつてくことは確実であるといえる。なお各段階におけるスランプの分散を見ると Table 5 のようになる。

Table 5 Variance in slump.

	slump cm	mean cm	standard deviation	unbiased variance
A	0~10	3.4	1.40	2.88
B	10~20	18.4	1.76	3.10
C	>20	21.3	0.76	0.58

Table 6 Monthly variations of air content and fineness modulus.

date	times	mean air content	maximum air content	minimum air content	mean fine- ness modulus of sand	max. fineness modulus of sand	min. fineness modulus of sand	mean adding ratio of vinsol resin
28.	1	3.40	6.10	2.20	2.64	2.99	2.42	0.0074
	2	3.60	4.70	1.80	2.73	2.95	2.45	//
	3	4.20	6.30	2.70	2.33	3.12	1.87	//
	4	4.20	5.80	3.00	2.25	2.83	1.66	//
	5	4.40	6.30	3.00	2.33	2.97	1.77	//
	6	4.00	5.80	2.30	2.24	2.61	1.88	//
	7	3.60	5.10	2.20	2.21	2.94	1.51	0.0085
	8	3.90	6.50	2.00	2.36	2.82	1.98	0.0074
	9	3.50	4.40	2.80	2.38	2.75	2.02	//
	total	mean	maximum	minimum				
	499	4.00	6.50	1.80				

この偏差を見るとA, B 間には有意な差は認められず、CとA, B間には有意な差が生じている。したがつてスランプ20cm以上を除けば、スランプが固練りの際と軟練りの際にはスランプの分散度が等しい(本質的に)にもかゝらず、空気量の分散は軟練りの方が多いということが明らかとなつた。スランプ20cm以上に関してはこの資料では20cm以下のものに対しスランプ、空気量ともにその分散が有意な差を生じているので、比較判断することはできない。

ii) スランプ値と空気値について 各スランプごとに等平均仮設の検定をStudentのt-分布によつて検定すると、各相互間には有意水準5%にて差はなく、したがつてスランプの値によつて空気量は変化するとはい以上の資料からではいえない。

これは試料の採取法、測定法、その他各種の影響を受け、ただ単にスランプのみで空気量は変わるとはいえないということである。

1. スランプ0~10 cm

$$\text{平均 } \bar{x} = \frac{615}{154} = 4.0\%, 2516.5 - 615 \times 4 = 56.5$$

$$\text{標準偏差 } \sigma = \sqrt{\frac{56.5}{154}} = 0.605\%$$

2. スランプ10~20 cm

$$\text{平均 } \bar{x} = \frac{690}{167} = 3.6\%, 2278.5 - 690 \times 3.6 = 118.5$$

$$\text{標準偏差 } \sigma = \sqrt{\frac{118.5}{167}} = 0.84\%$$

3. スランプ20 cm 以上

$$\text{平均値 } \bar{x} = \frac{559}{172} = 3.24, 1854.5 - 559 \times 3.24 = 43.34$$

$$\text{標準偏差 } \sigma = \sqrt{\frac{43.34}{172}} = 0.50\%$$

3. 施工月別空気量変化の状態

次に28年1月より9月までのスランブ細粗骨材比にかかわらずセメント 250~330 kg/m³ のものについて整理した。

Table 6 のように相当に変動が多く、統計的に整理して見ると $4 \pm 0.5\%$ の範囲は 47.9%, $4 \pm 1\%$ に 77.6%, $4 \pm 1.5\%$ に 92.7% となる。なお図にて示せば Figs. 4, 5 のようになる。

Fig. 4 Distributing state of air and normal distributing curve measured on the concrete produced from Jan. to Sept. 1953.

Fig. 5 Distributing state of air for different slumps measured on the concrete produced from Jan. to Oct. 1953.

4. 結 語

1. 砂の粒度による変化 砂は東京近郊の各地方より入荷する関係上粗粒率は 3.12~1.51 まで変化し、製造に際してはよく混合して粒度の変化のないように勉めているが、その変動を適確に予想しえないために AE 材添加量が適当を欠き、空気量の変動を招き、今後この点考慮すべきである。

2. 試料の採取方法 空気はコンクリート中のモルタル部分に含まれ、試料中のモルタル量により空気量ははなはだしく変化することとなり、これを適正に行うことは相当の技術と努力が必要であり、事実空気量が異常な場合は試料の採取方法不良に基づく場合が認められる。

3. ペースト材を混合することによる変化 当社はペーストミキサーを使用してコンクリートを製造する関係上、ペースト中に材 EA を入れるのでペースト中に均一に AE 材を分布し、パッチ中の空気量の不均一を無くすることができるが、反面練り時間の影響が大きい。しかし AE 材を 1 パッチごとに投入する誤差よりはペーストに入れた方が変化も少く、確実性があることは認められた。

4. 月別による変化 月間の温度の変化による AE 材の添加量の変化は Table 6 のように大きい変化はない。

5. ミキサーの練り時間による変化 工場ではペーストの練り時間、使用砂の変化、試料の採取などで空気量の変化も多く、ミキサーの練り時間の影響は確実に知りえない。普通の場合 3 分程度で最大値が現われるようである。

6. セメント品質による変化 セメントは同一工場の製品を常に使用する関係上、品質の相違による変化は知りえない。以上充分ではないが AE コンクリート中の空気量の一端を知りうれば幸甚の至りである。