

フレッシュコンクリートの空気量試験

(JIS A 1128, JIS A 1116)

フレッシュコンクリートは、材料分離を生じることなく、運搬、打込み、締固め、仕上げなどの作業のしやすさ（ワーカビリティ）が求められます。コンクリートへ適切な量の空気を連行することで、こうしたフレッシュコンクリートのワーカビリティや、硬化コンクリートの耐久性を改善することができます。

コンクリート中の空気とは

コンクリート中の空気泡はエンラップトエアとエントレインドエアに分類されます。エンラップトエアは練り混ぜ時に自然に取り込まれた比較的大きな空気泡でコンクリートの品質の改善には、あまり寄与しません。エントレインドエアはAE剤等の空気連行作用のある混和剤によって連行された独立した微小な空気泡（25～250 μ m）です。この空気泡は、球状でコンクリート中に均一に分布しており、コンクリートのワーカビリティを改善するとともに耐凍害性を向上させます。しかしながら、過度な量の空気が連行された場合は、圧縮強度の低下や乾燥収縮の増加をもたらすため、適切な空気量とする必要があります。

空気量がコンクリートに及ぼす影響

- ワーカビリティの改善…同一のスランプを得るために、空気量 1%の増加に対して単位水量を約 3%少なくすることができます。
- 耐凍害性の向上…空気量が 3%を下回ると耐凍害性を示す耐久性指数が低下することから、コンクリート標準示方書等では 4～7%の空気量を確保することが推奨されています。硬化コンクリートの凍害に関する試験としては JIS A 1148 コンクリートの凍結融解試験、ASTM C 457 リニアトラバース法による気泡間隔係数測定などがあります。
- JIS A 5308 レディーミクストコンクリートでは、荷卸し地点での空気量として $4.5 \pm 1.5\%$ （普通・舗装・高強度コンクリート）、 $5.0 \pm 1.5\%$ （軽量コンクリート）が標準とされています。

空気量の測定方法

JISには空気量の測定方法として空気室圧力方法（JIS A 1128）、質量方法（JIS A 1116）、容積方法（JIS A 1118）の3方法が規定されています。

この内、空気室圧力方法は一般的に多く用いられており、最大寸法 40 mm 以下の骨材を用いたコンクリートに対して適用できます。ただし、人工軽量骨材のような多孔質の骨材の中には、正確な骨材修正係数が測定しにくいものがあり、注意が必要です。

このような正確に骨材修正係数を求められない骨材を用いたコンクリートの場合には、質量方法により空気量を求めることができます。ただし、計算に用いる使用材料の密度によって大きく影響を受け、空気量に誤差を生じるものとなりやすいので、これらの密度は同一ロットの材料について試験で求めた値を用いなければならないとされています。



空気室圧力方法 (JIS A 1128)

本方法はワシントン型エアメーターを用いて空気量を測定します。試料をエアメーター容器の約 1/3 まで入れ、容器の底を突かないように各層を突き棒で 25 回均等に突きます。突き穴がなくなり、コンクリートの表面に大きな泡が見えなくなるように、容器の側面を 10~15 回木づちなどでたたきます。さらに、容器の約 2/3 まで試料を入れ、前回と同様の作業を繰り返します。最後に容器から少しあふれる程度に試料を入れ、同様の操作を繰り返した後、定規で余分な試料をかきとってならし、コンクリートの表面と容器の上面とを正しく一致させます。蓋を容器に取り付け、空気が漏れないように締め付けます。

測定は、ボイルの法則に基づくものです。蓋に取り付けられた空気ハンドポンプで所定の圧力を空気室へくみ上げ、動作弁を十分に開きます。容器に満たしたフレッシュコンクリート中の空気泡に、空気室の高い圧力を作用させて、体積変化を生じさせます。この時に変化した空気室の圧力を基にして、試料中の空気量を測定します。



ワシントン型エアメーター

質量方法 (JIS A 1116)

本方法は示方配合や計画調合から空気が全くないものとして計算した単位容積質量と、フレッシュコンクリートの単位容積質量との差から空気量を求めます。

試験容器の大きさは粗骨材最大寸法に応じて定められています。容器への試料の詰め方は空気室圧力法と同様ですが、容器の大きさにより突き棒による各層の突き数が変わります。容器に試料を詰めた後、質量を測定します。

粗骨材の 最大寸法 (mm)	容器の寸法 (cm)		突き棒による 各層の突き数 (回)
	内径	内高	
10 以下	14	13	10
40 以下	24	22	25

容器の寸法及び突き棒による各層の突き数

空気量は次式によって計算します。

$$M = \frac{W}{V}$$

$$A = \frac{T - M}{T} \times 100$$

$$T = \frac{M_1}{V_1}$$

M : コンクリートの単位容積質量 (kg/m³)

W : 容器中の試料の質量 (kg)

V : 容器の容積 (m³)

A : コンクリート中の空気量 (%)

T : 空気が全くないものとして計算した単位容積質量 (kg/m³)

M₁ : 1 m³当たりのコンクリートの各材料の質量の和 (kg)

V₁ : 1 m³当たりのコンクリートの各材料の絶対容積の和 (m³)