

シュミットハンマーによるコンクリート強度測定調査

建物調査、躯体調査等ビル・マンションのコンクリート強度測定調査

建築躯体の強度を測る調査方法です。

シュミットハンマー法とは、コンクリートに打撃を加え、返ってきた衝撃の反射の強さを図ることでコンクリートの強度を測定する方法です。コンクリートを破壊しないで強度の測定をする最も簡単な方法です。より正確に測ろうとすると、サンプルを抜き取る等、どうしてもコンクリートを破壊しなければならなくなり、コストもかさみます。強度の「確認」が主目的の場合、この方法が安価で手軽です。



コンクリート強度測定方法

測定は特に難しいものではありません。測定器の突起部をコンクリートに密着させて押しこんでいくと、あるところでポーンと衝撃があり、その値を読み取るだけです。以下の点がポイントです。

■ シュミットハンマー法では基本的にあまり正確に測ることはできません。

ばらつきも大きいので、一箇所だけではなく 20 ポイントで測ることを基本にしています。

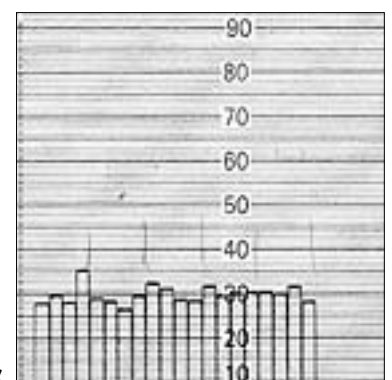
たまたま鉄筋の真上だと飛びぬけて良い値が取れます。

このようなデータは捨てる必要がありますが、逆にジャンカなどで表面がガタガタになっているような場合は、表面の平らな部分に測定器を当てないと反射が正確に測れず、弱い強度が出ます。

■ コンクリートへ測定器を接する時の角度も大切です。

角度による換算式も用意されていますが、

できるだけ測定面に垂直に当てることをお勧めします。



シュミットハンマーの試験データ

■ **非破壊検査とは言っても衝撃を与えることに変わりはありません。**

あまり材齢の若いコンクリートに衝撃を与えるとかえって良くありません。

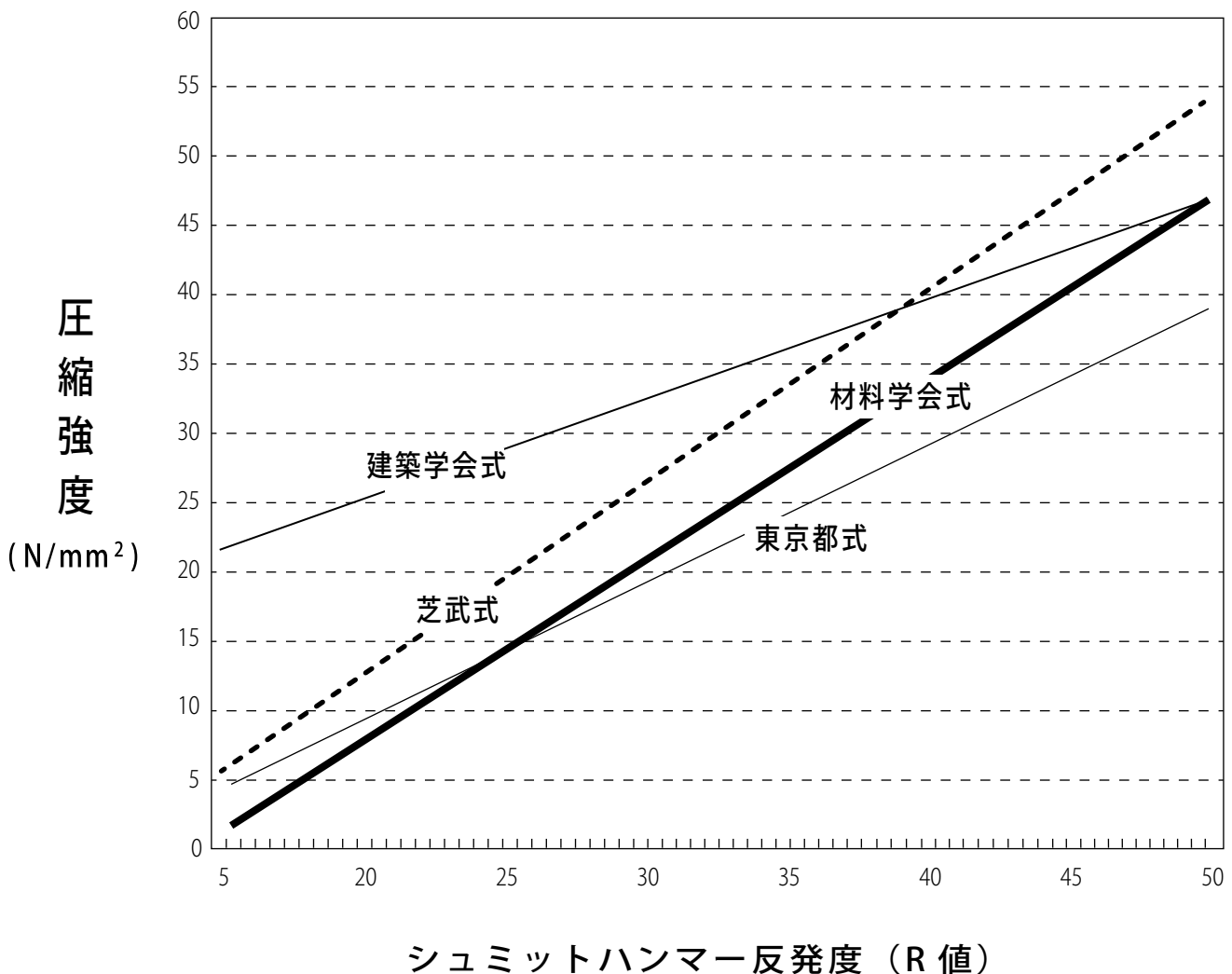
十分に初期硬度が出てから測定することをお勧めします。

■ **コンクリートの強度は、打った日から28日後の強度をもって規定されています。**

別の日に強度を測定し、換算式で28日強度を計算することもできますが、

現に打たれたものの強度を測定するのであれば、この日に測定するのがベストです。

- 圧縮強度の推定式としては下のチャートにあるように何種類があり、シュミットハンマーの反発度と圧縮強度の関係はそれぞれ特性があります。



シュミットハンマーの反発度を1調査箇所当たり20点の打撃試験から得られますが、推定式に数値を入力する前にいろいろな補正をする必要があります。

材令補正

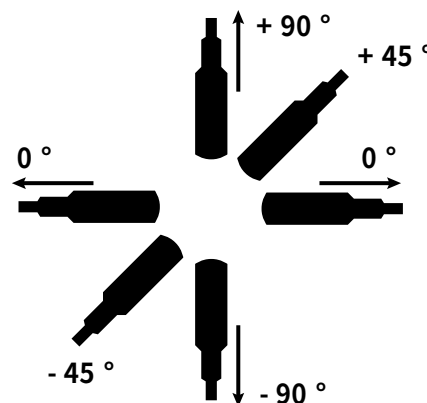
材令n(日)	10	20	28	50	100	150	200	300	500	1,000	3,000	10,000	20,000
α_n	1.55	1.15	1.00	0.87	0.78	0.74	0.72	0.70	0.67	0.65	0.63	0.57	0.41

含水状態

含水状態	南面気乾	北面気乾	圧痕黒色	水掛かり	準飽和	湿潤
補正係数	0	+1	+2	+3	+4	+5

打撃角度

反発度 R	傾斜角に対する補正值(△R)			
	+ 90°	+ 45°	- 45°	- 90°
10			+ 2.4	+ 3.2
20	- 5.4	- 3.5	+ 2.5	+ 3.4
30	- 4.7	- 3.1	+ 2.3	+ 3.1
40	- 3.9	- 2.6	+ 2.0	+ 2.7
50	- 3.1	- 2.1	+ 1.6	+ 2.2
60	- 2.3	- 1.6	+ 1.3	+ 1.7



呼び強度

呼び強度	18	21	24	27	30	33	36
補正係数	+1	0	0	-1	-2	-3	-4

その他の補正として以下のような項目があります。

- ・ 粗骨材料
- ・ セメント量
- ・ セメントの種類
- ・ 骨材の最大寸法

推定式を使用し、強度を推定しますが、得られた数値を換算するのに以下の数式を用います。

$$\text{圧縮強度 } \text{kg/cm}^2 \times 0.098 = \text{圧縮強度 } \text{N/mm}^2$$

■ テストハンマーについての考え方

コンクリートテストハンマーの圧縮強度推定値算出の基準は、以下二系統に大別できる。

1. 国際基準（EMPA 曲線準拠）スイス基準
2. 日本基準（日本材料学会公式準拠）

強度試験結果表を作成する場合、いずれかを選択することになるが、当報告書では日本基準である、日本材料学会制作の推定式「 $F = -184 + 13.0R$ （？ / 平方 cm）」を採用するものとする。

判定方法の指針

テストハンマーによる試験方法とは、コンクリート表面をハンマーで打撃し、返ってきた衝撃の反射の強さ（反発度）からコンクリートの強度を求めるものである。

より正確に計測する場合、躯体の[コア抜き取り]による圧縮試験等の方法が検討されるが、その場合には構造躯体をかえって傷めることになる。簡易、敏速、低コストで試験対象コンクリートの現状強度を把握するには、テストハンマーによるコンクリートの強度試験は有効であると考えられる。

なお、非破壊検査でより精度を出す為に、本調査では一箇所ではなく、ポイントの測定値を求め、統計的な考慮を加えてコンクリート強度を求めている。

測定値にはどうしてもバラツキがあり、その標準偏差値は約 28kg/ 平方 cm と考えられている。したがって、強度の補正を行ってもなおかなりの誤差をとらざるを得ない。安全確実な判定を行うために、このバラツキに基づいた統計的な考慮が必要になるのである。標準偏差 28kg/ 平方 cm を差し引くのも 1 方法と考えられている。 <引用文献 日本建築学会著『「建築工事標準仕様書・同解説」(JASS5) 鉄筋コンクリート工事』>

当社報告書では、本報告書において、推定誤差を一律 30kg/ 平方 cm として算出を行う。他の試験機器に比したシュミットテストハンマーの優れた特徴を列記してみる。

① 普通の破壊試験では構造体そのものの強度を正しく知ることが出来ない。即ちテストピースはその品質、強度に於いて構造物自体を充実に代表しているものとは言い難い場合があり、またコンクリート構造体よりテストピースを切り取る場合は、それが困難であるばかりでなく好ましくない場合も多い。

シュミットテストハンマーは完全構造体全般にわたり、その任意の箇所に直接ハンマーを当てて測定値を出すことが出来るものであって、極めて簡単、かつ迅速に構造物全体について精度の高い測定結果が得られる。

② シュミットテストハンマーによればコンクリートを破壊することがない。

このためコンクリートの経年変化を調べる事ができ、品質管理に最適である。

③ シュミットテストハンマーは反発高度（弾性的な跳ね反り）をもってコンクリート強度を推定するものである。この反発硬度を予め作成されているグラフで読めば標準偏差 28kg/ 平方 cm 以内の偏差範囲でコンクリート強度を判定できる。

④ コンクリート構造体は圧縮強度より表面強度が重視される場合がある。例えば耐摩耗性（道路等）、耐水蝕性（水中、土中建物）、又は耐風化性等に関する場合である。シュミットテストハンマーによればこの表面強度が確実に測定できる。

⑤ 構造が簡単で操作には熟練を要せず、迅速に測定できる。

⑥ 粗暴な取扱いをしない限り故障を生ずることなく、長年の使用に耐える。

測定方法の概要

強度判定法

- a) 日本材料学会の公式「 $F = -184 + 13.0R$ （ R / 平方 cm）」により基準硬度 R_0 から標準円柱圧縮強度 F を推定する。
ただし、単位を N / 平方 cm で表すため、
 $N / 平方 cm = R / 平方 cm \times 0.0980665$ で換算し、今後は、「 $F = -18.0 + 1.27R$ 」の公式を使うものとする。
- b) 基準硬度 R_0 は、測定硬度 R に補正值 ΔR を加えたものとする。（ $R_0 = R + \Delta R$ ）

測定角度による補正

打撃方向が水平でない場合、打撃方向に基づいて傾斜角に対する補正值 ΔR を求め、補正する。

測定箇所の状態による補正（測定面の乾燥状態に応じて補正を行う）

- コンクリート表面が乾燥している状態 ± 0
- コンクリートの内部が湿っている状態 $+3$
- コンクリートの外部が濡れている状態 $+5$

材令による補正

テストハンマーによるコンクリート強度試験は、あくまでコンクリート強度のみを対象とするものであり、コンクリート自体の材令による、劣化性能、中性化等（コンクリートの中性化が進行してもコンクリート強度が低下することはない）の判定とは、直接的に関係していない。

コンクリート強度は、打った日から 28 日後の強度をもって規定されている。ただし、コンクリートの強度と材令の相関関係については、主として表面の硬度と内部の強度が変化すると考えられる為、いくつかの解釈がある。

その一つとして、国土交通省大臣官房技術調査課（土木研究所、旧建設省土木研究所）の測定方法により（日本材料学会提案の推定式を根拠とする）、推定コンクリート強度を算出するものがある。

材齢 28 日から 91 日に試験を行う場合には、強度に差がでないという解釈で、材令 28 日から 91 日までのコンクリートに関しては、補正を全く行わない。その範囲外での測定が避けられない場合には、

- ・材齢 9 日以前の測定は適切な評価が困難であることから実施しない。
- ・材齢 10 日で試験を行う場合、算出された推定強度を 1.55 倍して評価する。
- ・材齢 20 日で試験を行う場合、算出された推定強度を 1.12 倍して評価する。
- ・材齢 10 日から材齢 28 日までの間で、上に明示していない場合は、前後の補正值を比例配分して得られた補正值を用いて評価する。
- ・材齢 92 日以降に試験を行う場合にも、推定強度の補正は行わない。

というものである。（ここでの補正值は、材料学会の「シュミットハンマーによる実施コンクリートの圧縮強度判定方法指針（案）」（「材料試験」第 7 巻、第 59 号、p40～44 を元に設定されている）

ただし、近年 増え続けている古いコンクリート構造物では、表面湿度と内部強度の相関が一致しなくなることも指摘されている。その点に対応するには、日本材料学会指針の材料補正係数による補正を加え、材令 4 日から 3000 日までのコンクリートの推定値を算出する方法がある。

今回の調査では、前者の方式を基準に補正を行うこととする。

$F_{28} = a_n \cdot F_n$ F_{28} ＝材令 28 日の圧縮強度

a_n ＝材料補正係数

F_n ＝材令 n 日の圧縮強度（みかけ強度）

材令補正係数（日本材料学会指針）

所見

他の調査期間においては、古いコンクリートに対して測定値に材令補正を機械的にあてはめ、推定値を算出しているところがありますが、材令補正係数（日本材料学会指針）については慎重に適用する必要があります。その考え方の根拠は、独立行政法人土木研究所（旧建設省土木研究所）による実験結果によります。

この独立行政法人土木研究所が実施した、古いコンクリート（材令 10 年以上）のシュミットハンマーの測定値に材令補正を行ったコンクリートと実際にその部分において、コア抜き取りの圧縮強度試験の数値には、かなりの乖離がみられます。むしろ、材齢係数未使用の数値とコア抜き取りの圧縮強度試験の数値の方に一致する傾向がみられます。

この試験データから判ることは、古いコンクリートの場合において、機械的に測定数値に材齢係数で補正するのではなく、実情に合わせてそのコンクリートの推定強度を決定する必要があると考えます。

■ シュミットハンマーによる中性化深度判定

何センチまでが判定「良」で、何センチ以上が「不良」という事ではありませんが、一般的に考えるなら鉄筋のかぶり厚み以上の中性化深度は危険な状態です。

またそこまで達していなくとも 5cm 以上の中性化深度は要注意で、これ以上の中性化が進まないための外壁補修をすべきでしょう。

また中性化が進んでしまった建物を再アルカリ化する工法などもありますが、かなり高価な工法で一般の集合住宅やビルでは使用されていないようです。

いずれにしろ 10 年ないしは 15 年に一度といわれる外壁塗装の改修時には中性化深度を測定し、中性化が見られたら、これ以上の中性化進行を防ぐための対策を立てる事をお勧めします。



有限会社ユネット

〒195-0071 東京都町田市金井町 1886-13

電話： 042-737-7242

FAX： 042-633-0407

web： <http://www.yoonnet.com>



[建築、設備の調査・診断・測定] ユネットは問題の解決を提供します

シュミットハンマーによるコンクリート強度測定調査