JNG320S0101-04

JNLA公表用文

JNLA 不確かさの見積もりに関するガイド

登録に係る区分:コンクリート・セメント等
無機系材料強度試験

（第 4 版）

改正:2026 年 4 月 1 日

独立行政法人製品評価技術基盤機構
適合性評価推進センター認定センター

このファイルを複写したファイルや、このファイルから印刷した紙媒体は非管理文書です。

目次

（ページ）

０．はじめに 3
１．適用範囲 3
２．不確かさの要因について 3
３．不確かさの見積り事例 3
　３．０　供試体の直径と圧縮強度の試験例 4
　３．１　供試体の直径測定における標準不確かさ（uv） 5
　３．２　圧縮試験機による最大荷重の測定に伴う標準不確かさ（um） 7
　３．３　圧縮強度試験の繰返しによる標準不確かさ（um_rep） 8
　３．４　圧縮強度試験における合成標準不確かさ（$u_c(f_c)$） 8
　３．５　圧縮強度試験における拡張不確かさ（U） 9
　３．６　拡張不確かさの表記 9

このファイルを複写したファイルや、このファイルから印刷した紙媒体は非管理文書です。

0. はじめに

JNLAのコンクリートの圧縮強度試験における不確かさの考え方は、基本的には各試験所の判断に委ねられるものである。しかし、コンクリートの圧縮強度試験はJNLAの登録試験の中で多くの試験所が登録している試験であるので、不確かさの見積りを行う上で、その指針となる手順の事例を作成した。この事例では感度係数を用いているが、これに限定しているわけではない。また、一般的な主たる不確かさ要因について評価しているが、実際は、試験所の状況によって、試験結果に影響を及ぼすと考えられる他の要因についても評価する必要がある。

1. 適用範囲

このガイドは、JIS A 1108(コンクリートの圧縮強度試験方法)による測定の不確かさの見積りに適用できる。また、JIS A 1108 を引用している製品規格には個別に規定された試験条件等があるが、このガイドを参考に不確かさ要因を抽出し、測定の不確かさを求めることができる。

2. 不確かさの要因について

JIS A 1108の圧縮強度試験の不確かさ要因として、次のものが考えられる。

① 供試体の直径測定に起因する不確かさ要因
　測定器の校正の不確かさ、目量、測定のばらつき、個人差によるかたより等

② 最大荷重の測定に起因する不確かさ要因
　試験機の校正の不確かさ、載荷速度、加圧板、目量、読取り、供試体と試験機の中心軸のずれ、アンボンドキャッピング、測定のばらつき、個人差によるかたより等

③ 供試体の作製に起因する不確かさ要因
　載荷面の平行度(型枠の精度)、載荷面と側面の直角度(型枠の精度)、作製時のばらつき(配合、練り混ぜ、成形)、養生の状態(温度管理)等

測定の不確かさを見積もる際は、これらの要因について、試験結果に対する測定の不確かさの寄与を考慮し、合理的な推定を行うことができる。特に③の供試体の作製に起因する不確かさについては、試験そのもののばらつきと分離し、評価することは困難であるため、JIS A 1132(コンクリートの強度試験用供試体の作り方)に従い作製された供試体については一定の均質性をもったものとし、繰返し試験により①及び②を含めた評価をすることができる。

また、実際の試験現場では、外部で作製された供試体が持ち込まれ、JIS A 1108により試験することがある。この場合、顧客から不確かさを要求された場合は、試験所は持ち込まれた供試体であることを試験報告書で明確にし、各供試体1本を試験した際の不確かさであることを明確にする必要がある。

3. 不確かさの見積り事例

この事例では、供試体は JIS A 1138（試験室におけるコンクリートの作り方）及び JIS A 1132 により作製され、公称の寸法直径 100 mm、高さ 200 mm、圧縮強度は 40 N/mm2 相当とする。なお、文中の値は四捨五入で丸めているが、実際の計算は丸めない値で行っているため、

このファイルを複写したファイルや、このファイルから印刷した紙媒体は非管理文書です。

文中の数字と計算にずれが生じることがある。

圧縮強度算出の数式モデルは次式による。

$$f_c = \frac{P}{\pi\left(\frac{d}{2}\right)^2}$$

ここで、f_cは圧縮強度(N/mm^2)、Pは最大荷重(N)、dは供試体の直径(mm)である。
試験の合成標準不確かさ$u_c(f_c)$は次式から導かれる。

$$u^2{}_c(f_c) = \left[\frac{\partial f_c}{\partial d}\right]^2 u^2(d) + \left[\frac{\partial f_c}{\partial P}\right]^2 u^2(P) = u^2{}_v + u^2{}_m$$

とする。

ここで、u_vは直径測定の標準不確かさ
u_mは圧縮試験の標準不確かさ

供試体の直径、最大荷重を圧縮強度に換算するため以下の感度係数を用いる。

$$\frac{\partial f_c}{\partial d} = -\frac{8P}{\pi d^3} \qquad \frac{\partial f_c}{\partial P} = \frac{4}{\pi d^2}$$

3．0　供試体の直径と圧縮強度の試験例

これから不確かさを求める供試体の直径をJIS A 1108の方法(直径は直交する2方向について測定して平均する)で繰返し 10 回測定し、圧縮強度の試験をしたところ、表1の結果を得た。直径及び最大荷重の測定結果の丸め方はJIS A 1108による。なお、JIS A 1108では供試体の直径は0.1 ㎜まで測定することになっている。この事例では、通常はノギスで測定することが多いため、測定器を最小目盛0.05 ㎜のノギスとした。

表1　供試体直径の繰返し10回測定結果

回数	直径 ㎜
①	99.9
②	99.9
③	100.0
④	99.9
⑤	99.9
⑥	99.9
⑦	99.9

このファイルを複写したファイルや、このファイルから印刷した紙媒体は非管理文書です。

⑧	99.9
⑨	100.0
⑩	99.9
平均値	99.92
標準偏差	0.04

(注:表中のデータは実際の測定に基づくものではなく、架空のデータである。)

加えて、この供試体で圧縮強度試験を行った際に、最大荷重は 322.1 kN であった。表1の直径測定の平均値と最大荷重より、圧縮強度は、

$$f = \left[322100/\left(\pi \times (\frac{99.92}{2})^2\right)\right] = 41.077\ \mathrm{N/mm^2}$$

である。

一方、表2はあらかじめ、別の 10 個の供試体について圧縮強度の測定を実施し、得た結果である。表1と同様に直径及び最大荷重の測定結果の丸め方は JIS A 1108 の方法による。

表2　圧縮強度を 10 回繰り返した場合

	直径 mm	最大荷重 kN	圧縮強度 N/mm^2
①	100.2	323	40.962
②	100.0	322	40.998
③	100.3	323	40.880
④	100.4	327	41.304
⑤	100.0	316	40.234
⑥	100.4	330	41.683
⑦	100.4	332	41.935
⑧	100.5	331	41.726
⑨	100.0	320	40.744
⑩	100.2	330	41.849
平均値	100.24	325.4	41.232
圧縮強度の標準偏差			0.559

(注:表中のデータは実際の測定に基づくものではなく、架空のデータである。)

3．1　供試体の直径測定における標準不確かさ(u_v)

この事例では、圧縮試験機の校正、繰返し試験によるばらつき等に起因する不確かさを評価し、試験の判定は1供試体で行う場合を想定する。

不確かさの伝播則より、

このファイルを複写したファイルや、このファイルから印刷した紙媒体は非管理文書です。

$$u_{\mathrm{v}} = \sqrt{u_{\mathrm{v_cal}}^2 + u_{\mathrm{v_dec}}^2 + u_{\mathrm{v_rep}}^2}$$ とする。

ここで、$u_{\mathrm{v_cal}}$ はノギスの校正の値による不確かさ

$u_{\mathrm{v_dec}}$ は直径測定時に 0.1 mm で丸めたことによる不確かさ

$u_{\mathrm{v_rep}}$ は供試体の直径の繰返し測定の不確かさ

(1) ノギスの校正値による不確かさ($u_{\mathrm{v_cal}}$)

ノギスの校正値による不確かさは校正証明書より求める。

拡張不確かさが 0.06 mm(k = 2)とすると、合成標準不確かさは 0.03 mmである。

圧縮強度に関する不確かさは感度係数より

$$u_{\mathrm{v_cal}} = [8 \times 322100/ (\pi \times 99.92^3)] \times 0.03 = 0.0247\ \mathrm{N/mm^2}$$

ここで、最大荷重 P は表1の 322.1 kN を用いた。直径 d は表1の平均値 99.92 mmを用いた。

(2) 直径測定時に 0.1 mm で丸めたことによる不確かさ($u_{\mathrm{v_dec}}$)

直径の測定値を 0.1 mm で丸めたことによる不確かさは±0.05 mm の範囲内では同じ確率と見なし、矩形分布を仮定する。

標準不確かさは U＝0.05/$\sqrt{3}$ = 0.0289

圧縮強度に関する不確かさは感度係数より

$$u_{\mathrm{v_dec}} = [8 \times 322100/ (\pi \times 99.92^3)] \times 0.0289 = 0.0237\ \mathrm{N/mm^2}$$

(3) 供試体の直径の繰返し測定の不確かさ($u_{\mathrm{v_rep}}$)

ここでは直径の測定の不確かさは供試体の直径を JIS A 1108 の方法で繰返し 10 回測定することにより求める。

直径は10回測定して平均するので、平均の実験標準偏差を標準不確かさとする。

$$0.04\ \mathrm{mm} / \sqrt{10} = 0.0127\ \mathrm{mm}$$

圧縮強度に関する不確かさは感度係数より

$$u_{\mathrm{v_rem}} = [8 \times 322100/ (\pi \times 99.92^3)] \times 0.0127 = 0.010\ \mathrm{N/mm^2}$$である。

以上から、供試体の直径測定の標準不確かさ(u_{v})は、次のようになる。

このファイルを複写したファイルや、このファイルから印刷した紙媒体は非管理文書です。

$$u_{\mathrm{v}} = \sqrt{u_{\mathrm{v_cal}}^2 + u_{\mathrm{v_dec}}^2 + u_{\mathrm{v_rep}}^2} = \sqrt{0.0247^2 + 0.0237^2 + 0.010^2} = 0.036\ \mathrm{N/mm^2}$$

３．２　圧縮試験機による最大荷重の測定に伴う標準不確かさ(u_{m})

この事例では、圧縮試験機の校正、圧縮試験機の目量(読取り)によるばらつき等に起因する不確かさを評価し、試験の判定は1供試体で行う場合を想定する。なお、JIS A 1108 附属書 1 に規定するアンボンドキャッピングにより圧縮試験を行う場合は別に評価する必要がある。

不確かさの伝播則より、

$$\mathrm{u_m} = \sqrt{u_{\mathrm{m_cal}}^2 + u_{\mathrm{m_res}}^2}$$　　とする。

ここで、$u_{\mathrm{m_cal}}$ は圧縮試験機の校正値による不確かさ

$u_{\mathrm{m_res}}$ は圧縮試験機の目量の不確かさ

(1) 圧縮試験機の校正値による不確かさ($u_{\mathrm{m_cal}}$)

この事例の圧縮強度 40 N/mm² 相当の供試体には 500 kN のレンジを使用し、圧縮試験機の不確かさは校正証明書より拡張不確かさが 0.50 %(k＝2)とすると、合成標準不確かさは 0.25 %である。

表1の供試体の最大荷重 322.1 kN を最大強度とすると、不確かさは 322.1 kN×0.0025＝0.80525 kN＝805.25 N である。

圧縮強度に関する不確かさは感度係数より、

$$u_{\mathrm{m_cal}} = [4 / (\pi \times 99.92^2)] \times 805.25 = 0.103\ \mathrm{N/mm^2}$$である。

ここで、直径 d は表1の平均値 99.92 mm を用いた。

(2) 圧縮試験機の目量(読取り)の不確かさ($u_{\mathrm{m_res}}$)

JIS では、試験機が示す最大荷重の有効数字3桁まで読むとしている。この場合、4桁目を四捨五入すれば、読取りの不確かさが影響する。

圧縮試験機の測定レンジは 500 kN のレンジを使用するので、アナログ式では目盛板の分解能を 0.5 kN とすると、不確かさは矩形分布として$500\,\mathrm{N}/2\sqrt{3} = 144.3\,\mathrm{N}$となる。(デジタル式では分解能は指示計上の1増分であると見なされる。)

圧縮強度に関する不確かさは感度係数より

$$u_{\mathrm{m_res}} = [4 / (\pi \times 99.92^2)] \times 144.3 = 0.0184\ \mathrm{N/mm^2}$$である。

以上から、圧縮試験機による試験に伴う標準不確かさは、(u_{m})は、次のようになる。

このファイルを複写したファイルや、このファイルから印刷した紙媒体は非管理文書です。

$$u_{\mathrm{m}} = \sqrt{u_{\mathrm{m_cal}}^2 + u_{\mathrm{m_res}}^2} = \sqrt{0.103^2 + 0.0184^2}$$
$$= 0.104\ \mathrm{N/mm^2}$$

3．3　圧縮強度試験の繰返しによる標準不確かさ($u_{\mathrm{m_rep}}$)

標準不確かさを決定するための一つの方法は、強度毎に、反復測定を繰り返してその標準偏差を計算することである。表2は、圧縮強度 40 N/mm² 相当(同一バッチとする。)の供試体について 10 回の繰返し測定を実施し、標準偏差を求めている。

圧縮強度試験の繰返しの実験標準偏差を標準不確かさとして、

$$u_{\mathrm{m_rep}} = 0.559\ \mathrm{N/mm^2}$$　である。

これは、供試体1本を試験した際の標準不確かさであり、実際の試験において、均質性の確認された供試体の試料数が n 個の場合、$\sqrt{n}$ で除し、平均の実験標準偏差を標準不確かさとすることができる。

3．4　圧縮強度試験における合成標準不確かさ($u_{\mathrm{c}}(f_{\mathrm{c}})$)

圧縮強度試験における合成標準不確かさは、供試体の直径測定における標準不確かさ(u_{v})、圧縮試験機による試験に伴う標準不確かさ(u_{m})及び圧縮強度試験の繰返しによる標準不確かさ($u_{\mathrm{m_rep}}$)から、

$$u_{\mathrm{c}}(f_c) = \sqrt{u_{\mathrm{v}}^2 + u_{\mathrm{m}}^2 + u_{\mathrm{m_rep}}^2} = \sqrt{0.036^2 + 0.104^2 + 0.559^2}$$
$$= 0.57\ \mathrm{N/mm^2}$$

となる。

各不確かさ要因をバジェット表にまとめる。

表3　バジェット表

解説項	不確かさ要因		各要因の標準不確かさ	タイプ	確率分布	感度係数	圧縮強度換算の標準不確かさ(N/㎟)
3.1	直径測定の標準不確かさ(u_{v})						0.036
		ノギスの校正値($u_{\mathrm{v_cal}}$)	0.03 ㎜	B	正規	$\frac{8P}{\pi d^3}$	0.0247
		ノギスの分解能($u_{\mathrm{v_dec}}$)	0.0289 ㎜	B	正規	$\frac{8P}{\pi d^3}$	0.0237
		直径の測定の繰返し($u_{\mathrm{v_rep}}$)	0.0127 ㎜	A	正規	$\frac{8P}{\pi d^3}$	0.010

このファイルを複写したファイルや、このファイルから印刷した紙媒体は非管理文書です。

3.2	圧縮試験機の標準不確かさ(u_m)						0.104
		圧縮試験機の校正値(u_{m_cal})	805.3 N	B	正規	$\frac{4}{\pi d^2}$	0.103
		圧縮試験機の読取り(u_{m_res})	144.3 N	B	矩形	$\frac{4}{\pi d^2}$	0.0184
3.3	圧縮試験の繰返し(u_{m_rep})						0.559
3.4	合成標準不確かさ($u_c(f_c)$)						0.57
3.5	拡張不確かさ(U)(k=2)						1.14

３．５　圧縮強度試験における拡張不確かさ(U)

拡張不確かさは、包含係数 k ＝2 として求めると、

$$U = 2u_c(f_c) = 2 \times 0.57 = 1.14 \fallingdotseq 1.1 \ \mathrm{N/mm^2}$$

３．６　拡張不確かさの表記

この事例では測定結果の圧縮強度及びその不確かさ 41.1 N/mm^2±1.1 N/mm^2(ここで、「N/mm^2」は単位)、記号±に続く数は、包含係数 k ＝2 とした拡張不確かさである。

この事例では、JIS A 1108 を用いて、圧縮強度 40 N/mm^2 相当の供試体を1本試験した場合の拡張不確かさは 1.1 N/mm^2 となった。JIS A 1108 を引用している製品規格には個別に規定された試験方法(供試体、試験回数等)があり、これらの条件を考慮し、不確かさの見積りを行う必要がある。

(参考情報)

- JIS A 1107(コンクリートからのコアの採取方法及び圧縮試験方法)では、供試体の高さと直径の比が 1.90～2.10 とすることになっている。
- JIS A 1136(遠心力締固めコンクリートの圧縮強度試験方法)の 3.供試体の形状及び寸法では、中空円筒形の供試体であることになっている。
- JIS A 5002(構造用軽量コンクリート骨材)の 5.14 f)では、個別規定はない。
- JIS A 5308(レディーミクストコンクリート)では、10.2.1 圧縮強度があるが、この項では、4.1 a)の規定により、1回の試験及び3回の試験と二つの判定方法がある。供試体の直径は公称の寸法を用いてもよいことになっている。供試体の作製に附属書E軽量型枠で実施してよいことになっている。附属書JAの A.10 l)(JIS A 1142 有機不純物を含む細骨材のモルタルの圧縮強度による試験方法)では、供試体は4個で直径 50 ㎜、高さ 100 ㎜となっている。附属書JCの 7.1.8 及び 7.2.5 の B 法のモルタルの圧縮強さの比の試験では供試体は4個で直径 50 mm、高さ 100 mm となっている。
- JIS A 5371(プレキャスト無筋コンクリート製品)、JIS A 5372(プレキャスト鉄筋コンクリート製品)及び JIS A 5373(プレキャストプレストレストコンクリート製品)では、個別規定はない。

このファイルを複写したファイルや、このファイルから印刷した紙媒体は非管理文書です。

- JIS A 6204(コンクリート用化学混和剤)の 6.2.7 e)圧縮強度では、供試体は3個で、硬化促進剤の材齢2日の供試体は 5 ℃±2 ℃で養生を行うことになっている。
- JIS A 6205(鉄筋コンクリート用防せい剤)5.3.6d)及び JIS A 6511(空胴プレストレストコンクリートパネル)9.2 の圧縮強度では、個別規定はない。

このファイルを複写したファイルや、このファイルから印刷した紙媒体は非管理文書です。

JNLA 不確かさの見積もりに関するガイド(コンクリート・セメント等無機系材料強度試験)(第 4 版)
改正のポイント

主な改正内容

◆ 組織改編に伴う名称の変更等

◆ (参考情報)のJIS A 5308の項番の見直し

※変更箇所には下線を付してあります。

以上

このファイルを複写したファイルや、このファイルから印刷した紙媒体は非管理文書です。