

工業標準化法 JNLA 制度における測定の不確かさ推定 及び技能試験用試料開発に係る調査研究成果報告書

【JIS A 1102「骨材のふるい分け試験方法」】

平成18年 2月

財団法人 日本建築総合試験所

目 次

1 . 調査研究の概要	2
1.1 目的	2
1.2 調査対象 JIS 規格	2
1.3 測定の不確かさの評価方法	2
1.4 技能試験試料の提案	3
2 . 調査研究の実施体制	3
3 . 調査研究の期間	4
4 . 調査研究の成果報告	4
4.1 試験の概要	4
4.2 測定に使用する機器	5
4.3 測定の不確かさ推定のための実験概要及び試験体	6
4.4 測定の不確かさの特性要因図	8
4.5 検証実験結果	9
4.6 測定の不確かさのバジェットシート	10
4.7 技能試験試料の提案	11

附属書

付表 - 1.1 ~ 付表 - 1.4	12
付表 - 2.1 ~ 付表 - 2.2	14
付表 - 3.1 ~ 付表 - 3.2	16
付図 - 1.1 ~ 付図 - 1.2	18
付表 - 4.1.1 ~ 付表 - 4.4.2	19

1. 調査研究の概要

1.1 目的

工業標準化法に基づく試験事業者登録制度（JNLA 制度）における各分野の代表的な試験について測定の不確かさを推定するとともに、技能試験に利用できる均質な試験試料の提案を目的とする。

ここでは、建築分野の代表的試験として JIS A 1102「骨材のふるい分け試験方法」を取り上げて報告する。試験における測定の不確かさは、試験結果に影響を及ぼす不確かさ要因を抽出し、検証実験データを用いた統計的手法により推定する。また、技能試験試料については試験結果のばらつきが小さくなる手法を提案する。

JNLA 制度に基づく試験事業者として登録を受けるためには、ISO/IEC 17025 (JIS Q 17025)「試験所及び校正機関の能力に関する一般要求事項」を満足する品質システムの構築及び運用が要求される。同規格の大きな特色に技術的な要求事項として「5.4.6 測定の不確かさの推定」及び「5.9 試験・校正結果の品質の保証」が含まれることである。本事項を満足するために試験所は測定の不確かさを推定する手順を持ち、試験報告書に記述できる準備を整える必要がある。また、技術的能力の証明として一定期間内に技能試験に参加することが要求される場合がある。しかし、現実的には数千の JIS 規格が存在し、測定の不確かさ評価や技能試験試料の開発が進まない状況にある。そこで、各分野の代表的な試験について測定の不確かさの推定例を示すことで、広く測定の不確かさを浸透させることも目的の一つと言えるであろう。また、技術的能力の客観的証明として適正な技能試験試料の開発は急務である。

1.2 調査対象 JIS 規格

本調査研究では、工業標準化法に基づく試験事業者登録制度（JNLA 制度）における「骨材試験」に区分される JIS A 1102「骨材のふるい分け試験方法」及び JIS A 5005「コンクリート用砕石及び砕砂」5.7 を取り上げ、同試験に係る測定の不確かさ要因を検討し、検証実験から得られたデータをもとに測定の不確かさを推定する。また、技能試験の試験試料として安定した均一な試験結果が得られる手法を検証実験により確認し、提案する。

なお、本調査研究では JIS Z 8801 - 1「試験用ふるい - 第 1 部：金属製網ふるい」に規定される公称目開き 19 mm（呼び寸法 20 mm）以下のふるいを用いて調査を実施した。また、本調査研究では財団法人日本建築総合試験所が所有する試験機器を用いて検証実験を行なったことから本報告書のデータを流用する際には注意が必要である。

1.3 測定の不確かさの評価方法

上記試験における測定の不確かさの評価は、独立行政法人 製品評価技術基盤機構が公開する「JNLA の試験における測定の不確かさの適用に関する方針」に定められているカテゴリー分類の「定量試験 B」の「十分な数のコントロールサンプル(laboratory control samples)を用いる方法」により行なう。

不確かさの推定は、A タイプ評価として十分な数のコントロールサンプルから得られた検証実験データを用いて分散分析により、繰返し測定 of ばらつきや各因子のばらつきを求め、標準不確かさを算出する。また、B タイプ評価として試験結果に影響を及ぼす各測定機器の校正の不確かさ及び測定時に生じる各測定機器の量子化誤差による不確かさを考慮する。これらから求めた各標準不確かさを合成し、包含係数 $k=2$ として測定の不確かさ（拡張不確かさ）を算出する。

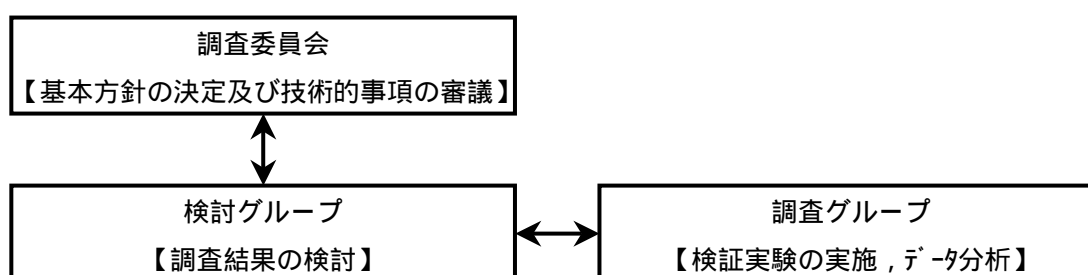
1.4 技能試験試料の提案

技能試験の実施に際し、安定した均一な試験結果が得られる試験試料を配付することは最も重要な要素である。しかし、均質な製品を開発することは非常に難しく、専門的な知識や経験を有すると思われる。ここでは、JIS A 1102「骨材のふるい分け試験方法」の試験に精通した試験実施者の経験や知識をもとに、技能試験試料の開発を目指す。試料の開発にあたり、模擬的に技能試験を想定した複数人数での試験を実施し、その妥当性についても検証した。

本試験方法は、砕石、山・川砂利、砕砂及び海・山・川砂等の人工的に生産される製品ではないものを対象としていることから、均質な技能試験試料を人工的に開発することは難しい。そこで、過去の試験実績をもとに入手が容易にでき、破碎しにくい堅固な試料（大阪府高槻産）を用いて技能試験の模擬実験を実施し、その結果をもとに技能試験手法を含めた提案を行なう。

2. 調査研究の実施体制

本調査研究を進めるための体制として、産業技術総合研究所の小池昌義氏を委員長とした製品評価技術基盤機構が設置する「測定の不確かさ推定及び技能試験品目開発の調査委員会」のもと、当試験所内に検証実験の実施及びデータ分析等を行なう調査グループと検証実験データについて討議、助言等を行なう検討グループを設置する。もって、本調査研究の趣旨に副った実験の実施及び報告書の作成を円滑に行なう。検討グループのメンバーは当試験所内で不確かさに造詣が深い職員を選定した。



【検討グループ】

井上 豊	(財団法人 日本建築総合試験所 所長)
上田 哲夫	(財団法人 日本建築総合試験所 品質保証部 部長)
永山 勝	(財団法人 日本建築総合試験所 材料部 部長)
大橋 正治	(財団法人 日本建築総合試験所 材料部堺試験室 室長)
山本 英樹	(財団法人 日本建築総合試験所 品質保証部品質管理室 主査)

【調査グループ】

五十嵐 千津雄	(財団法人 日本建築総合試験所 材料部中央試験室 主査)
濱口 智喜	(財団法人 日本建築総合試験所 材料部中央試験室)
貴志 哲也	(財団法人 日本建築総合試験所 材料部中央試験室)
西守 宏太郎	(財団法人 日本建築総合試験所 材料部堺試験室 主査)
中村 隆治	(財団法人 日本建築総合試験所 材料部堺試験室)
園部 敬	(財団法人 日本建築総合試験所 材料部京都試験室 主査)
西川 勝浩	(財団法人 日本建築総合試験所 材料部加古川試験室 主査)
島田 良	(財団法人 日本建築総合試験所 材料部加古川試験室)

中村 孝一 (財団法人 日本建築総合試験所 材料部神戸試験室 主査)
西尾 篤志 (財団法人 日本建築総合試験所 材料部神戸試験室 専門役)
友清 繁 (財団法人 日本建築総合試験所 材料部神戸試験室)

【事務局】

土井 清 (財団法人 日本建築総合試験所 品質保証部試験業務室 室長)
谷中 啓一 (財団法人 日本建築総合試験所 品質保証部試験業務室 主査)

3. 調査研究の期間

平成17年7月28日～平成18年2月15日

4. 調査研究の成果報告

調査研究の成果として、本調査対象試験における測定の不確かさを繰返し測定から得られた結果をもとに評価するとともに主要な不確かさ要因を特定することができた。また、技能試験試料の開発については技能試験の目的に応じた試料を提案した。調査研究の詳細は、下記に示すとおりである。

4.1 試験の概要

JIS A 1102「骨材のふるい分け試験方法」に定められる試験手順は以下に示すとおりである。なお、粗骨材については粒度を正確に調整するため、縮分後において微粉末の除去を目的として水洗いを実施した。

依頼者が搬入する試料から四分法又は試料分取器によって所定量まで縮分する。本実験では、粗骨材として骨材最大寸法 20 mm の碎石及び細骨材として砕砂を用いている。

所定量：粗骨材の場合は、骨材の最大寸法 (mm 表示) の 0.2 倍を kg 表示した量とする。

細骨材の場合は、500 g 以上とする。

分取した試料を 105 ± 5 で 24 時間、一定質量となるまで乾燥し、その後、常温となるまで冷却する。

試験試料を 0.1% 以上の精度で測定する。

JIS Z 8801 に規定されたふるいを用いて試験試料をふるい分ける。本試験に使用したふるいは 4.1.2 に詳細を示す。

ふるい分けは、試料がふるい面を絶えず均等に運動するように手動又は機械によってふるいを上下動及び水平動を与えて試料を揺り動かす。1 分間に各ふるいを通過するものが、全試料質量の 0.1% 以下になるまで作業する。なお、機械でふるい分け作業を行なった場合は、更に手動でふるい分けを行なう。

ふるい目に詰まった粒は、破碎しないよう注意しながら押し戻し、ふるいに留まった試料とする。

各ふるいに留まった試料を全試料質量の 0.1% 以上まで正確に測定する。試験前の試料質量(の測定値)と試験後の各ふるいの総和の質量が試験前質量の 1% 以上の差があってはならない。試験結果の算出 (報告)

- (1) ふるいととどまるものの質量百分率【残留率】(%)

$$M_R = m_i / m_s$$

ここで、 M_R ：ふるいととどまるものの質量百分率【残留率】(%)

m_i ：各ふるいととどまる試料質量 (g)

m_s ：総試料質量 (g)

- (2) ふるいを通過するものの質量百分率【通過率】(%)

$$M_P = m_j / m_s$$

ここで、 M_P ：ふるいを通過するものの質量百分率【通過率】(%)

m_j ：各ふるいを通過する試料質量 (g)

m_s ：総試料質量 (g)

4.2 測定に使用する機器

本実験は、JIS A 1102「骨材のふるい分け試験方法」の「3. 器具」に規定される下記の計測器を用いて行なった。

- (1) はかり：試料質量の0.1%以下の目量又は感量をもつはかり。

試料質量を計量した各はかり（電子天秤）の仕様及び校正の不確かさを下表に示す。なお、実験に用いた全てのはかりは、年に1度、JCSS校正を実施している。

表 - 1 はかりの仕様

試験室名	秤量(g)	目量(g)	校正の不確かさ (g)
A	12,000	0.1	0.2
B	12,100	0.1	
C	16,000	0.1	
D	16,100	0.1	
E	12,000	0.1	

：校正の不確かさは、拡張不確かさ ($k=2$) を示し、各校正荷重に対して付記されていることから、多くは一枚正証明書で5、6点記載されている。上記の値は、そのなかの最大値を示す。

- (2) ふるい：JIS Z 8801 - 1「試験用ふるい - 第1部：金属製網ふるい」に規定される網ふるい。

実験に用いた金属製網ふるいの呼び寸法を下記に示す。なお、網ふるいは、製造会社においてトレーサビリティを確保した校正を受けているが、校正証明書に校正の不確かさは表記されていない。

粗骨材（砕石）に用いた網ふるい

公称目開き：26.5 mm、19 mm、16 mm、9.5 mm、4.75 mm、2.36 mm

細骨材（砕砂）に用いた網ふるい

公称目開き：9.5 mm、4.75 mm、2.36 mm、1.18 mm、600 μm、
300 μm、150 μm

(3) 乾燥機：105 ±5 に保持できるもの。

試験試料内の水分を完全に除去し、絶対乾燥状態とするため、100 以上に保持できる乾燥機内において一定質量となるまで試験試料を乾燥することができる機器。

4.3 測定の不確かさ推定のための実験概要及び試験体

本実験では、繰返し測定による破碎が少ないと思われる堅固な岩種を選定し、試料によるばらつきが測定結果に含まれないように考慮した。ここでは、比較的入手が容易で、かつ堅固な岩種である大阪府高槻産の砂岩質の碎石及び砕砂を用いた。

本試験の結果は、過去の経験からサブサンプリング、ふるい量に対する通過量（又は残留量）、測定者、網ふるいの呼び寸法の違い等の要因によって試験結果がばらつくことが把握できている。ここでは、不確かさを容易に算出できるように過去の経験に基づき、それぞれ目的を分離した3種類の試験を実施し、不確かさの評価及び技能試験試料の提案を行なう。これらに用いた試料の配合、種類及び試験の主な目的を下記に示す。

評価試験1

JIS A 1102「骨材のふるい分け試験方法」は、様々な粒度分布や寸法を持つ骨材を対象とした試験であり、呼び寸法（ふるい目の大きさ）の異なる網ふるいを骨材寸法に合わせて複数個組み合わせて実施することになる。一方、過去の経験から網ふるいを通過する量と残留する量の比率が近づく程（通過率50%又は残留率50%）のばらつきが最も大きく、通過率（残留率）が100%又は0%に近づく程ばらつきは小さくなることが分かっている。

ここでは、網ふるいの呼び寸法の違いと通過率の関係を調査し、どのように本試験における測定の不確かさを算出すべきかを検討するための基礎的なデータ収集を行なうこととする。そこで、評価試験1として呼び寸法0.6mm、2.5mm、5mm及び15mmの4種類の呼び寸法の異なる網ふるいをを用いて通過率5%、15%、30%及び50%（残留率：95%、85%、70%及び50%に相当）について、10回の繰返し測定を実施し、そのばらつきを評価する。評価試験1に用いた試験試料の粒度分布を表-2.1～表-2.4に示す。

表-2.1 呼び寸法0.6mm網ふるい【砕砂】

通過率 (%)	1.2mmを通過し0.6mmにとどまる 骨材の量(g)	0.6mmを通過し0.3mmにとどまる 骨材の量(g)
5	190	10
15	170	30
30	140	60
50	100	100

表-2.2 呼び寸法2.5mm網ふるい【砕砂】

通過率 (%)	5mmを通過し2.5mmにとどまる 骨材の量(g)	2.5mmを通過し1.2mmにとどまる 骨材の量(g)
5	190	10
15	170	30
30	140	60
50	100	100

表 - 2.3 呼び寸法 5 mm 網ふるい【碎石】

通過率 (%)	10 mm を通過し 5 mm にとどまる 骨材の量 (g)	5 mm を通過し 2.5 mm にとどまる 骨材の量 (g)
5	1900	100
15	1700	300
30	1400	600
50	1000	1000

表 - 2.4 呼び寸法 15 mm 網ふるい【碎石】

通過率 (%)	20 mm を通過し 15 mm にとどまる 骨材の量 (g)	15 mm を通過し 10 mm にとどまる 骨材の量 (g)
5	1900	100
15	1700	300
30	1400	600
50	1000	1000

評価試験 2

評価試験 1 によって、網ふるいの呼び寸法が異なっても測定結果のばらつく程度が同じであることが確認できたことから、評価試験 2 では網ふるいの呼び寸法については考慮しないで試験を進めることとする。

ここでは、ふるい分け試験における測定の不確かさの要因のなかで、ばらつきの要因として最も大きく影響すると思われるサブサンプリング（試料の縮分）の影響について調査する。サブサンプリングは、ふるい量に対する通過量（残留量）の割合によってばらつきが異なることが過去の経験で分かっており、ここでは通過量を 7 段階（5%～50%）設定して各通過量のばらつきの調査を実施する。調査に用いた試料の粒度分布を表 - 3.1 及び表 - 3.2 に示す。試験に供した網ふるいの呼び寸法は、一般的に流通している碎石及び碎砂の試験で用いられる網ふるいのなかで代表的な呼び寸法（碎砂 2.5 mm，碎石 10 mm）を用いて試験を実施する。なお、準備した試料の質量は試験質量の約 4 倍に相当する量（碎砂 800 g，碎石 8 kg）とする。

表 - 3.1 評価試験 2 に供する試験体の通過率【碎砂】

通過率 (%)	5 mm を通過し 2.5 mm にとどまる 骨材の量 (g)	2.5 mm を通過し 1.2 mm にとどまる 骨材の量 (g)
5	760	40
10	720	80
15	680	120
20	640	160
30	560	240
40	480	320
50	400	400

表 - 3.2 評価試験 2 に供する試験体の通過率【碎石】

通過率 (%)	15 mm を通過し 10 mm にとどまる 骨材の量 (g)	10 mm を通過し 5 mm にとどまる 骨材の量 (g)
5	7600	400
10	7200	800
15	6800	1200
20	6400	1600
30	5600	2400
40	4800	3200
50	4000	4000

模擬技能試験

JIS A 5005「コンクリート用砕砂及び碎石」に規定される碎石 2005 及び砕砂の規定の粒度範囲内で粒度調整を行なった試料を準備し、11 名の測定者を技能試験参加試験機関と想定して均質な試験試料と準備する。

なお、準備した試料は 2 種類で、1 つは配付試料全量を試験に供するため砕砂 500 g、碎石 2 kg とし、もう 1 つは試験試料質量の約 4 倍の試料（砕砂 2000 g、碎石 8 kg）を配付してサブサンプリング（四分法等）を含んだ試験の実施を想定する。配付した試料の粒度分布を表 - 4.1 及び表 - 4.2 に示す。

表 - 4.1 配付試料【砕砂】

ふるい	通過率 (%)
10	100
5	96
2.5	84
1.2	66
0.6	42
0.3	17
0.15	6
以下	0

表 - 4.2 配付試料【碎石】

ふるい	通過率 (%)
25	100
20	92
15	71
10	38
5	6
2.5	2
以下	0

4.4 測定の不確かさの特性要因図

本試験における測定の不確かさの要因は、下記の特性要因図に示すようなものが考えられる。本試験では過去の経験で依頼者が搬入した試料から四分法等によって試験用試料に縮分する作業（サブサンプリング）による不確かさが最も大きいことが分かっている。そこで、不確かさに最も大きく影響すると思われる要因について繰返し測定を含めた評価を実施することとする。

ここでは、前述の要因に着目して不確かさを評価することとしているが、繰返し測定の結果から得られたばらつきはサンプリングを除く全ての要因が含まれたばらつきの評価となる。繰返し測定は、測定日及び環境条件（温度、湿度）等の測定条件が異なる状況で行なった結果である。

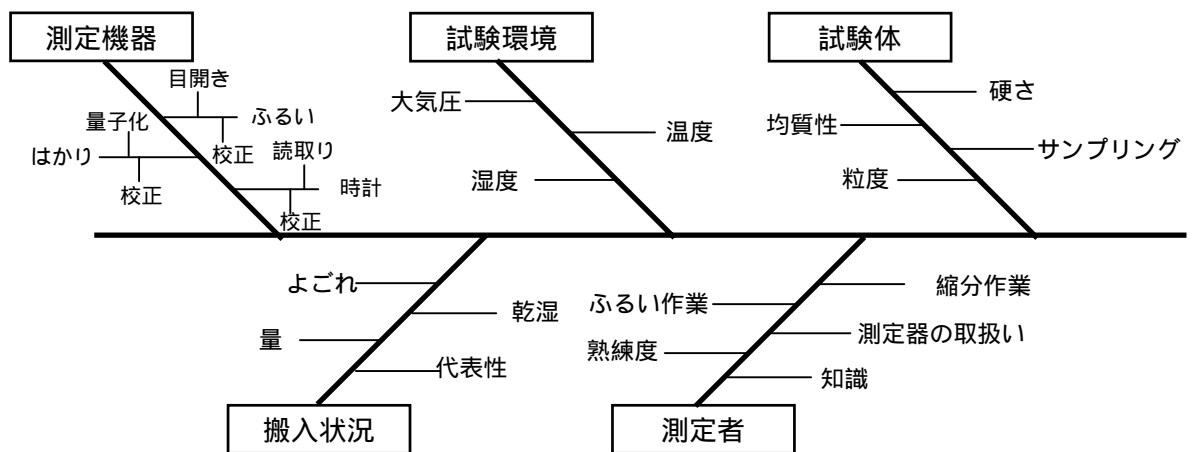


図 - 1 不確かさの特性要因図

4.5 検証実験結果

4.5.1 実験結果

評価試験 1

評価試験 1 では、網ふるいの呼び寸法の違いによってばらつきの大きさがどのように変化するかに着目して実験を行なった。骨材のふるい分け試験は複数の網ふるいを組み合わせて実施するため、網ふるい毎にばらつきの傾向が異なる場合は各網ふるいについて不確かさを評価し、合成する必要がある。評価試験 1 の試験結果を付表 - 1.1 ~ 付表 - 1.4 に示す。試験結果から、網ふるいの呼び寸法の違いによるばらつきの差は生じないことが確認できた。付表 - 1.1 及び付表 - 1.2 に示す碎石の試験データでは繰返し測定の数回を重ねるにつれて通過率が大きくなる傾向となっている。これは、ふるい作業の繰返しによって試験体（碎石）が少しずつ破碎することにより、網ふるいを通過する試験体が増加したためであり、破碎が生じなければほぼ同一の値が得られることが確認できた。また、付表 - 1.3 及び付表 - 1.4 の砕砂では破碎が少ないのでほぼ同一の値が得られていることが分かる。

以上より、網ふるいの呼び寸法が異なってもばらつきの傾向が同じであることと、全ての呼び寸法において目標値（粒度調整値）を正確に測定できていることが確認できた。

評価試験 2

上記の結果から目標値（粒度調整値）を正確に測定することが確認でき、これ以降に実施する試験の結果は試験に供した試験体の粒度を正確に測定できていると判断できる。

評価試験 2 では、ばらつきの主要因であるサブサンプリングについて評価を行なう。ただし、過去の経験からふるい量に対する通過量の割合が 50% に近づく程、サブサンプリングの影響を受け易いことが分かっている。例えば、呼び寸法 20 mm の網ふるいを 100% 通過する骨材 20kg から 4kg を四分法で分取した場合の 20 mm の通過率は必ず 100% である。しかし、50% 通過する骨材を縮分した場合は、必ず 50% にはならない。ここでは、通過率を 7 段階設定して各通過率についてサブサンプリングによるばらつきを求めた。

その結果、細骨材と粗骨材ではばらつきの大きさが 2 倍程度異なることが判明した。また、通過率が 50% に近くづ程、ばらつきが大きくなる傾向にあることが確認できた。サブサンプリング

は少なからず通過率に影響を受けることが評価試験 2 によって確認できた。

模擬技能試験

2 種類の試料について模擬的な技能試験を実施した。配付した試料全量を試験に供した結果と約 1 / 4 に縮分した場合の結果では小さいところでも 2 倍以上のばらつきの差が生じた。全量試験からは測定者の違いによる不確かさと繰返し測定による不確かさを分散分析によって評価することができ、砕砂では繰返し測定による不確かさの方が測定者の違いによる不確かさより大きくなっているが、砕石は逆に測定者の違いによる不確かさが大きくなっている。

4.5.2 まとめ

以上より、骨材のふるい分け試験における測定の不確かさは、細骨材と粗骨材を分けて評価する必要があることが確認できた。また、本試験における測定の不確かさ要因としてはサブサンプリング、測定者の違い（網ふるい及び電子天秤の違い等を含む）、繰返し測定（測定環境、測定場所等を含む）の 3 つの要因が大きく影響することが確認できた。

骨材のふるい分け試験における測定の不確かさは、概ねサブサンプリングの不確かさによって決定することが確認できた。サブサンプリングは、依頼者が搬入する試料の量によって縮分作業の回数が異なり、今回の検証実験で想定した試験試料は約 4 倍であることに注意が必要である。

今回は、全ての通過率に対応できる不確かさを評価するため、サブサンプリングの不確かさは今回設定して通過率で求めた最大値を限界値（砕砂：0.6468%，砕石：0.9481%）とした矩形分布を仮定する。また、電子天秤の校正の不確かさ等の感度係数は、最も大きな値となる本試験の数値の丸めの桁に合わせた各試料質量の 1% に相当する値とした。

4.6 測定の不確かさのバジェットシート

JIS A 1102「骨材のふるい分け試験方法」における測定の不確かさのバジェットシートを表 - 5.1 及び表 - 5.2 に示す。

表 - 5.1 バジェットシート【細骨材：砕砂】

不確かさの要因	値	単位	分布(除数)	感度係数 c_i	標準不確かさ (%)
電子天秤の校正の不確かさ W_{cal}	0.2	g	正規分布(2)	1/5	0.0200
電子天秤の量子化による不確かさ W_{qua}	0.1	g	矩形分布($2\sqrt{3}$)	1/5	0.0058
サブサンプリングの不確かさ W_{sam}	0.6468	%	矩形分布($\sqrt{3}$)	1	0.6468
測定者の違いによる不確かさ W_{man}	0.1713	%	正規分布(1)	1	0.1713
繰返し測定に不確かさ W_{rep}	0.2866	%	正規分布(1)	1	0.2866
合成標準不確かさ u_c			正規分布		0.7282
拡張不確かさ U			正規分布 $k_{95}=2$		1.5

JIS A 1102「骨材のふるい分け試験方法」により JIS A 5005「コンクリート用砕石及び砕砂」の砕砂を試験した結果、そのときの拡張不確かさは包含係数を $k=2$ とした場合、1.5 (%) である。

表 - 5.2 バジェットシート【粗骨材：碎石】

不確かさの要因	値	単位	分布(除数)	感度係数 c_i	標準不確かさ (%)
電子天秤の校正の不確かさ W_{cal}	0.2	g	正規分布(2)	1/40	0.0025
電子天秤の量子化による不確かさ W_{qua}	0.1	g	矩形分布($2\sqrt{3}$)	1/40	0.0007
サブサンプリングの不確かさ W_{sam}	1.6422	%	矩形分布($\sqrt{3}$)	1	0.9481
測定者の違いによる不確かさ W_{man}	0.3989	%	正規分布(1)	1	0.3989
繰返し測定に不確かさ W_{rep}	0.2127	%	正規分布(1)	1	0.2127
合成標準不確かさ u_c			正規分布		1.050
拡張不確かさ U			正規分布 $k_{95}=2$		2.1

JIS A 1102「骨材のふるい分け試験方法」により JIS A 5005「コンクリート用碎石及び砕砂」の碎石 2005 を試験した結果、そのときの拡張不確かさは包含係数を $k=2$ とした場合、2.1 (%) である。

4.7 技能試験試料の提案

ここでは、技能試験の状況を模擬的に再現するため、所在地の異なる 5 試験室の計 11 名（参加試験機関：11 機関と想定）によって、下記の粒度調整を施した試料を用いて技能試験の模擬的な実験を実施した。

上記の検証実験より求めた測定の不確かさの数値とサブサンプリングを含めた試験の標準偏差がほぼ同じ値となっており、粒度調整を行なった骨材は技能試験用試料として十分に活用できると考える。また、技能試験の評価は、各試験機関の結果から求めたメジアン値及び正規四分位数範囲を基準とするのではなく、粒度調整値（目標値）及び本調査研究で求めた測定の不確かさを活用することも合わせて提案する。

以 上

付表 - 1.1 確認試験結果【網ふるい：呼び寸法 0.6 mm】

回数	0.6 mm網ふるい【通過率5%】		0.6 mm網ふるい【通過率15%】		0.6 mm網ふるい【通過率30%】		0.6 mm網ふるい【通過率50%】	
	0.6mm 残留 (g)	0.6 mm通過 (g)	0.6 mm通過 (g)	通過率 (%)	0.6 mm通過 (g)	通過率 (%)	0.6 mm通過 (g)	通過率 (%)
1	189.3	10.7	30.2	15.1	140.2	59.8	99.7	49.9
2	189.5	10.5	30.3	15.2	140.7	59.3	99.4	49.7
3	189.3	10.7	30.2	15.1	139.4	60.6	99.4	49.7
4	189.8	10.2	30.1	15.1	140.5	59.5	99.9	50.0
5	189.5	10.5	30.0	15.0	140.3	59.7	100.2	50.1
6	189.4	10.6	30.1	15.1	139.9	60.1	100.0	50.0
7	189.4	10.6	30.0	15.0	139.8	60.2	99.6	49.8
8	189.5	10.5	30.3	15.2	140.6	59.4	99.9	50.0
9	189.1	10.9	30.0	15.0	140.0	60.0	100.0	50.0
10	189.4	10.6	31.0	15.5	140.3	59.7	99.9	50.0

付表 - 1.2 確認試験結果【網ふるい：呼び寸法 2.5 mm】

回数	2.5 mm網ふるい【通過率5%】		2.5 mm網ふるい【通過率15%】		2.5 mm網ふるい【通過率30%】		2.5 mm網ふるい【通過率50%】	
	2.5 mm残留 (g)	2.5 mm通過 (g)	2.5 mm残留 (g)	通過率 (%)	2.5 mm残留 (g)	通過率 (%)	2.5 mm残留 (g)	通過率 (%)
1	189.9	10.1	29.9	15.0	140.4	59.6	99.3	49.7
2	189.9	10.1	29.9	15.0	140.3	59.7	99.4	49.7
3	189.8	10.2	29.9	15.0	140.4	59.6	99.5	49.8
4	189.8	10.2	29.9	15.0	140.3	59.7	99.4	49.7
5	189.7	10.3	29.9	15.0	140.4	59.6	99.5	49.8
6	189.7	10.3	30.0	15.0	140.5	59.5	99.5	49.8
7	189.7	10.3	30.0	15.0	140.5	59.5	99.4	49.7
8	189.7	10.3	30.0	15.0	140.5	59.5	99.4	49.7
9	189.6	10.4	30.0	15.0	140.6	59.4	99.5	49.8
10	189.6	10.4	29.9	15.0	140.5	59.5	99.5	49.8

付表 - 1.3 確認試験結果【網ふるい：呼び寸法 5 mm】

回数	5 mm網ふるい【通過率5%】		5 mm網ふるい【通過率15%】		5 mm網ふるい【通過率30%】		5 mm網ふるい【通過率50%】				
	5 mm残留 (g)	通過率 (%)	5 mm残留 (g)	通過率 (%)	5 mm残留 (g)	通過率 (%)	5 mm残留 (g)	通過率 (%)			
1	1900.3	99.7	1700.1	299.9	15.0	1401.0	599.0	30.0	1001.5	998.5	49.9
2	1900.2	99.8	1700.0	300.0	15.0	1396.6	603.4	30.2	994.7	1005.3	50.3
3	1899.4	100.6	1699.1	300.9	15.0	1394.3	605.7	30.3	993.2	1006.8	50.3
4	1899.2	100.8	1697.0	303.0	15.2	1392.6	607.4	30.4	991.5	1008.5	50.4
5	1899.1	100.9	1696.0	304.0	15.2	1391.2	608.8	30.4	991.7	1008.3	50.4
6	1897.4	102.6	1695.2	304.8	15.2	1391.3	608.7	30.4	991.7	1008.3	50.4
7	1897.3	102.7	1695.1	304.9	15.2	1391.1	608.9	30.4	991.2	1008.8	50.4
8	1897.3	102.7	1695.1	304.9	15.2	1390.0	610.0	30.5	991.2	1008.8	50.4
9	1897.1	102.9	1694.2	305.8	15.3	1390.0	610.0	30.5	991.1	1008.9	50.4
10	1897.0	103.0	1693.6	306.4	15.3	1389.9	610.1	30.5	991.0	1009.0	50.5

付表 - 1.4 確認試験結果【網ふるい：呼び寸法 15 mm】

回数	15 mm網ふるい【通過率5%】		15 mm網ふるい【通過率15%】		15 mm網ふるい【通過率30%】		15 mm網ふるい【通過率50%】				
	15 mm残留 (g)	通過率 (%)	15 mm残留 (g)	通過率 (%)	15 mm残留 (g)	通過率 (%)	15 mm残留 (g)	通過率 (%)			
1	1900.1	99.9	1700.9	299.1	15.0	1401.5	598.5	29.9	1001.2	998.8	49.9
2	1899.9	100.1	1699.0	301.0	15.1	1397.4	602.6	30.1	999.5	1000.5	50.0
3	1899.7	100.3	1696.3	303.7	15.2	1391.7	608.3	30.4	992.9	1007.1	50.4
4	1899.5	100.5	1682.6	317.4	15.9	1389.5	610.5	30.5	997.8	1002.2	50.1
5	1899.0	101.0	1688.9	311.1	15.6	1386.9	613.1	30.7	1000.3	999.7	50.0
6	1898.7	101.3	1682.8	317.2	15.9	1387.9	612.1	30.6	992.1	1007.9	50.4
7	1897.6	102.4	1689.6	310.4	15.5	1386.7	613.3	30.7	991.9	1008.1	50.4
8	1895.4	104.6	1683.4	316.6	15.8	1382.4	617.6	30.9	991.0	1009.0	50.5
9	1893.4	106.6	1683.9	316.1	15.8	1383.5	616.5	30.8	985.5	1014.5	50.7
10	1892.1	107.9	1684.5	315.5	15.8	1382.0	618.0	30.9	982.0	1018.0	50.9

付表 - 2.1 測定の不確かさ評価試験の実測データ【砕砂】

通過率	5%	配合	2.5 mm - 5 mm	760 g						
			1.2 mm - 2.5 mm	40 g						
(単位:g)										
	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
最初の質量	203.5	191.0	198.6	202.4	192.8	205.1	197.0	193.1	193.4	191.0
2.5 mm残留量	187.1	175.2	184.3	186.2	178.2	189.8	179.7	177.4	177.8	176.7
1.2 mm残留量	16.6	15.9	14.4	16.1	14.5	15.2	17.3	15.5	15.5	14.3
最後の質量	203.7	191.1	198.7	202.3	192.7	205.0	197.0	192.9	193.3	191.0

通過率	10%	配合	2.5 mm - 5 mm	720 g						
			1.2 mm - 2.5 mm	80 g						
(単位:g)										
	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
最初の質量	189.4	192.1	191.5	195.7	197.6	192.5	201.4	197.4	189.8	189.3
2.5 mm残留量	165.8	168.6	168.3	172.4	173.5	169.1	176.7	174.0	165.8	165.4
1.2 mm残留量	23.7	23.4	23.3	23.3	24.1	23.3	24.5	23.5	24.0	23.9
最後の質量	189.5	192.0	191.6	195.7	197.6	192.4	201.2	197.5	189.8	189.3

通過率	15%	配合	2.5 mm - 5 mm	680 g						
			1.2 mm - 2.5 mm	120 g						
(単位:g)										
	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
最初の質量	195.8	194.5	192.5	195.9	196.3	198.4	202.3	205.7	207.6	195.6
2.5 mm残留量	162.6	162.5	160.7	164.3	165.3	166.6	170.0	171.8	173.8	162.5
1.2 mm残留量	33.3	32.0	31.8	31.5	31.0	31.7	32.3	33.8	33.8	33.1
最後の質量	195.9	194.5	192.5	195.8	196.3	198.3	202.3	205.6	207.6	195.6

通過率	20%	配合	2.5 mm - 5 mm	640 g						
			1.2 mm - 2.5 mm	160 g						
(単位:g)										
	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
最初の質量	201.4	200.4	207.8	212.7	212.0	207.1	208.8	208.8	206.2	209.5
2.5 mm残留量	157.9	158.3	164.8	168.4	168.6	165.1	165.2	165.7	163.5	164.3
1.2 mm残留量	43.5	42.0	43.0	44.2	43.4	41.9	43.6	43.1	42.7	45.0
最後の質量	201.4	200.3	207.8	212.6	212.0	207.0	208.8	208.8	206.2	209.3

通過率	30%	配合	2.5 mm - 5 mm	560 g						
			1.2 mm - 2.5 mm	240 g						
(単位:g)										
	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
最初の質量	210.1	210.8	209.2	212.2	194.9	208.9	210.3	206.6	203.6	213.2
2.5 mm残留量	147.1	146.7	145.2	149.8	134.1	144.8	145.5	144.8	142.6	151.2
1.2 mm残留量	63.0	64.0	64.0	62.3	60.8	64.0	64.7	61.8	61.0	62.1
最後の質量	210.1	210.7	209.2	212.1	194.9	208.8	210.2	206.6	203.6	213.3

通過率	40%	配合	2.5 mm - 5 mm	480 g						
			1.2 mm - 2.5 mm	320 g						
(単位:g)										
	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
最初の質量	197.5	197.7	204.9	200.2	196.1	198.4	198.7	198.7	196.1	194.8
2.5 mm残留量	116.2	117.3	119.6	120.0	114.7	116.7	118.5	118.0	116.5	115.2
1.2 mm残留量	81.4	80.4	85.3	80.2	81.3	81.7	80.3	80.6	79.5	79.6
最後の質量	197.6	197.7	204.9	200.2	196.0	198.4	198.8	198.6	196.0	194.8

通過率	50%	配合	2.5 mm - 5 mm	400 g						
			1.2 mm - 2.5 mm	400 g						
(単位:g)										
	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
最初の質量	205.3	197.2	193.9	196.8	196.9	197.2	206.4	198.6	204.4	195.2
2.5 mm残留量	104.6	99.8	98.3	98.7	97.4	98.7	104.5	97.6	102.7	98.2
1.2 mm残留量	100.7	97.2	95.6	98.2	99.5	98.5	101.9	101.0	101.7	97.0
最後の質量	205.3	197.0	193.9	196.9	196.9	197.2	206.4	198.6	204.4	195.2

付表 - 2.2 測定の不確かさ評価試験の実測データ[碎石]

通過率	5%	配合	10 mm - 15 mm	7,600 g						
			5 mm - 10 mm	400 g						
(単位:g)										
	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
最初の質量	2026.5	2046.2	1951.7	1972.1	2100.8	2000.5	1925.3	2013.7	2013.9	2036.0
10 mm残留量	1927.7	1928.0	1854.9	1865.6	1977.1	1887.6	1824.1	1909.6	1884.1	1919.0
5 mm残留量	98.5	118.1	96.8	105.9	123.5	112.4	100.8	103.8	129.6	116.6
最後の質量	2026.2	2046.1	1951.7	1971.5	2100.6	2000.0	1924.9	2013.4	2013.7	2035.6

通過率	10%	配合	10 mm - 15 mm	7,200 g						
			5 mm - 10 mm	800 g						
(単位:g)										
	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
最初の質量	2072.0	1988.2	2008.0	1930.2	2067.2	1975.2	2067.1	1888.2	2084.1	1958.0
10 mm残留量	1867.7	1797.8	1788.6	1724.8	1852.8	1764.5	1860.3	1702.6	1885.8	1731.4
5 mm残留量	204.2	190.3	219.3	205.2	214.2	210.5	206.4	185.3	198.0	226.2
最後の質量	2071.9	1988.1	2007.9	1930.0	2067.0	1975.0	2066.7	1887.9	2083.8	1957.6

通過率	15%	配合	10 mm - 15 mm	6,800 g						
			5 mm - 10 mm	1,200 g						
(単位:g)										
	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
最初の質量	1875.3	2075.2	1901.2	2146.4	1925.6	1920.8	2126.4	2024.0	1939.1	1906.6
10 mm残留量	1539.9	1754.4	1658.8	1830.7	1628.2	1628.0	1807.3	1740.9	1640.1	1608.0
5 mm残留量	335.2	320.6	242.2	315.1	297.2	292.4	318.8	282.5	298.5	298.3
最後の質量	1875.1	2075.0	1901.0	2145.8	1925.4	1920.4	2126.1	2023.4	1938.6	1906.3

通過率	20%	配合	10 mm - 15 mm	6,400 g						
			5 mm - 10 mm	1,600 g						
(単位:g)										
	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
最初の質量	2037.7	2057.2	1988.2	1914.9	1930.4	2052.6	2026.2	1988.2	1969.5	2012.4
10 mm残留量	1648.3	1690.4	1561.5	1482.3	1550.8	1624.6	1614.7	1591.3	1568.9	1606.7
5 mm残留量	389.5	366.7	426.3	432.3	379.4	427.6	411.2	396.7	400.2	405.6
最後の質量	2037.8	2057.1	1987.8	1914.6	1930.2	2052.2	2025.9	1988.0	1969.1	2012.3

通過率	30%	配合	10 mm - 15 mm	5,600 g						
			5 mm - 10 mm	2,400 g						
(単位:g)										
	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
最初の質量	2047.8	1983.1	1949.2	2015.2	2069.9	2032.9	1911.2	1981.2	2026.8	2075.8
10 mm残留量	1449.3	1381.3	1345.9	1392.3	1460.2	1417.8	1290.5	1379.4	1371.6	1509.9
5 mm残留量	598.5	601.7	603.3	622.7	608.1	614.9	620.7	602.1	655.0	565.8
最後の質量	2047.8	1983.0	1949.2	2015.0	2068.3	2032.7	1911.2	1981.5	2026.6	2075.7

通過率	40%	配合	10 mm - 15 mm	4,800 g						
			5 mm - 10 mm	3,200 g						
(単位:g)										
	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
最初の質量	1879.2	2072.8	1998.2	2048.5	1983.6	1969.7	2037.0	2005.2	1956.4	2036.0
10 mm残留量	1126.3	1256.9	1191.3	1226.9	1210.8	1190.5	1233.9	1171.0	1155.1	1265.8
5 mm残留量	752.1	814.0	806.8	821.6	772.5	779.1	802.7	834.1	801.0	770.1
最後の質量	1878.4	2070.9	1998.1	2048.5	1983.3	1969.6	2036.6	2005.1	1956.1	2035.9

通過率	50%	配合	10 mm - 15 mm	4,000 g						
			5 mm - 10 mm	4,000 g						
(単位:g)										
	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
最初の質量	2037.4	1900.0	1998.0	2062.4	2040.3	1954.9	1980.6	2020.2	1977.3	2017.8
10 mm残留量	1022.3	963.1	993.7	1033.9	991.3	976.3	981.2	1051.3	913.4	1043.8
5 mm残留量	1015.0	936.9	1004.1	1028.4	1048.8	978.5	999.2	968.8	1063.7	973.8
最後の質量	2037.3	1900.0	1997.8	2062.3	2040.1	1954.8	1980.4	2020.1	1977.1	2017.6

付表 - 3.1 測定の不確かさ評価試験の残留率 [碎砂]

通過率	5%	配合	2.5 mm - 5 mm	760 g
			1.2 mm - 2.5 mm	40 g

(単位: %)

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	7回目	8回目	9回目	10回目	平均値	標準偏差
2.5 mm残留率	91.9	91.7	92.8	92.0	92.5	92.6	91.2	92.0	92.0	92.5	92.11	0.4743
1.2 mm残留率	8.1	8.3	7.2	8.0	7.5	7.4	8.8	8.0	8.0	7.5	7.89	0.4743

通過率	10%	配合	2.5 mm - 5 mm	720 g
			1.2 mm - 2.5 mm	80 g

(単位: %)

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	7回目	8回目	9回目	10回目	平均値	標準偏差
2.5 mm残留率	87.5	87.8	87.8	88.1	87.8	87.9	87.8	88.1	87.4	87.4	87.76	0.2674
1.2 mm残留率	12.5	12.2	12.2	11.9	12.2	12.1	12.2	11.9	12.6	12.6	12.24	0.2674

通過率	15%	配合	2.5 mm - 5 mm	680 g
			1.2 mm - 2.5 mm	120 g

(単位: %)

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	7回目	8回目	9回目	10回目	平均値	標準偏差
2.5 mm残留率	83.0	83.5	83.5	83.9	84.2	84.0	84.0	83.6	83.7	83.1	83.66	0.4027
1.2 mm残留率	17.0	16.5	16.5	16.1	15.8	16.0	16.0	16.4	16.3	16.9	16.34	0.4027

通過率	20%	配合	2.5 mm - 5 mm	640 g
			1.2 mm - 2.5 mm	160 g

(単位: %)

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	7回目	8回目	9回目	10回目	平均値	標準偏差
2.5 mm残留率	78.4	79.0	79.3	79.2	79.5	79.8	79.1	79.4	79.3	78.5	79.15	0.4221
1.2 mm残留率	21.6	21.0	20.7	20.8	20.5	20.2	20.9	20.6	20.7	21.5	20.85	0.4221

通過率	30%	配合	2.5 mm - 5 mm	560 g
			1.2 mm - 2.5 mm	240 g

(単位: %)

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	7回目	8回目	9回目	10回目	平均値	標準偏差
2.5 mm残留率	70.0	69.6	69.4	70.6	68.8	69.3	69.2	70.1	70.0	70.9	69.81	0.6468
1.2 mm残留率	30.0	30.4	30.6	29.4	31.2	30.7	30.8	29.9	30.0	29.1	30.19	0.6468

通過率	40%	配合	2.5 mm - 5 mm	480 g
			1.2 mm - 2.5 mm	320 g

(単位: %)

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	7回目	8回目	9回目	10回目	平均値	標準偏差
2.5 mm残留率	58.8	59.3	58.4	59.9	58.5	58.8	59.6	59.4	59.4	59.1	59.14	0.5002
1.2 mm残留率	41.2	40.7	41.6	40.1	41.5	41.2	40.4	40.6	40.6	40.9	40.86	0.5002

通過率	50%	配合	2.5 mm - 5 mm	400 g
			1.2 mm - 2.5 mm	400 g

(単位: %)

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	7回目	8回目	9回目	10回目	平均値	標準偏差
2.5 mm残留率	50.9	50.7	50.7	50.1	49.5	50.1	50.6	49.1	50.2	50.3	50.23	0.5668
1.2 mm残留率	49.1	49.3	49.3	49.9	50.5	49.9	49.4	50.9	49.8	49.7	49.77	0.5668

付表 - 3.2 測定の不確かさ評価試験の残留率 [碎石]

通過率	5%	配合	10 mm - 15 mm	7,600 g
			5 mm - 10 mm	400 g

(単位: %)

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	7回目	8回目	9回目	10回目	平均値	標準偏差
10 mm残留率	95.1	94.2	95.0	94.6	94.1	94.4	94.8	94.8	93.6	94.3	94.50	0.4789
5 mm残留率	4.9	5.8	5.0	5.4	5.9	5.6	5.2	5.2	6.4	5.7	5.50	0.4789

通過率	10%	配合	10 mm - 15 mm	7,200 g
			5 mm - 10 mm	800 g

(単位: %)

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	7回目	8回目	9回目	10回目	平均値	標準偏差
10 mm残留率	90.1	90.4	89.1	89.4	89.6	89.3	90.0	90.2	90.5	88.4	89.71	0.6583
5 mm残留率	9.9	9.6	10.9	10.6	10.4	10.7	10.0	9.8	9.5	11.6	10.29	0.6583

通過率	15%	配合	10 mm - 15 mm	6,800 g
			5 mm - 10 mm	1,200 g

(単位: %)

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	7回目	8回目	9回目	10回目	平均値	標準偏差
10 mm残留率	82.1	84.5	87.3	85.3	84.6	84.8	85.0	86.0	84.6	84.4	84.86	1.3071
5 mm残留率	17.9	15.5	12.7	14.7	15.4	15.2	15.0	14.0	15.4	15.6	15.14	1.3071

通過率	20%	配合	10 mm - 15 mm	6,400 g
			5 mm - 10 mm	1,600 g

(単位: %)

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	7回目	8回目	9回目	10回目	平均値	標準偏差
10 mm残留率	80.9	82.2	78.6	77.4	80.3	79.2	79.7	80.0	79.7	79.8	79.78	1.2829
5 mm残留率	19.1	17.8	21.4	22.6	19.7	20.8	20.3	20.0	20.3	20.2	20.22	1.2829

通過率	30%	配合	10 mm - 15 mm	5,600 g
			5 mm - 10 mm	2,400 g

(単位: %)

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	7回目	8回目	9回目	10回目	平均値	標準偏差
10 mm残留率	70.8	69.7	69.0	69.1	70.6	69.7	67.5	69.6	67.7	72.7	69.65	1.5205
5 mm残留率	29.2	30.3	31.0	30.9	29.4	30.3	32.5	30.4	32.3	27.3	30.35	1.5205

通過率	40%	配合	10 mm - 15 mm	4,800 g
			5 mm - 10 mm	3,200 g

(単位: %)

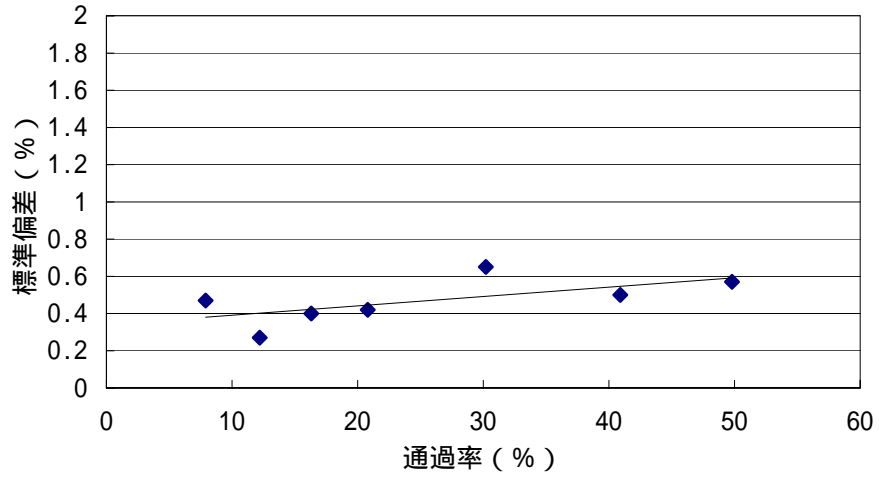
	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	7回目	8回目	9回目	10回目	平均値	標準偏差
10 mm残留率	60.0	60.7	59.6	59.9	61.0	60.4	60.6	58.4	59.1	62.2	60.19	1.0599
5 mm残留率	40.0	39.3	40.4	40.1	39.0	39.6	39.4	41.6	40.9	37.8	39.81	1.0599

通過率	50%	配合	10 mm - 15 mm	4,000 g
			5 mm - 10 mm	4,000 g

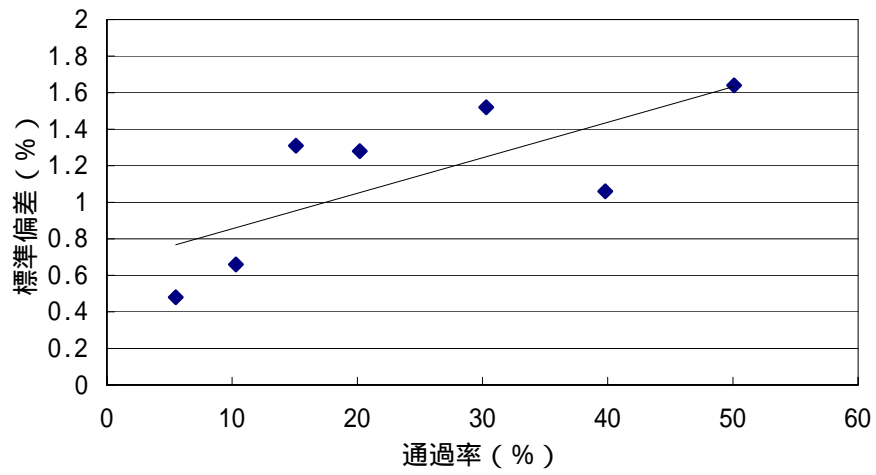
(単位: %)

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	7回目	8回目	9回目	10回目	平均値	標準偏差
10 mm残留率	50.2	50.7	49.7	50.1	48.6	49.9	49.5	52.0	46.2	51.7	49.88	1.6422
5 mm残留率	49.8	49.3	50.3	49.9	51.4	50.1	50.5	48.0	53.8	48.3	50.12	1.6422

付図 - 1.1 骨材のふるい分け試験の測定の不確かさ【細骨材】



付図 - 1.2 骨材のふるい分け試験の測定の不確かさ【粗骨材】



付表4.1.1 粒度調整された試料を全量(4kg)試験した結果【碎石】

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0
20	311.9	325.2	310.1	279.4	340.4	306.9	310.1	334.0	299.3	319.9	313
15	818.1	813.6	873.3	820.8	826.9	895.1	796.2	796.3	767.2	800.8	783.8
10	1362.2	1347.9	1293.5	1389.3	1322.8	1301.1	1371.9	1330.5	1411.9	1366.6	1399.5
5	1260.8	1266.6	1291.3	1257.3	1266.2	1251.5	1282.5	1296.0	1274.4	1277.1	1280.9
2.5	165.5	165.2	162.9	172.3	166.3	165.1	164.5	169.2	168.3	157.4	163.6
以下	80.6	81.4	81.0	81.0	81.4	81.1	81.1	80.8	80.9	81.8	80.9
合計	3999.1	4008.7	4006.4	4000.1	4004.0	4000.8	4006.3	4006.8	4002.0	4003.6	3999.8

付表4.1.2 粒度調整された試料を全量(4kg)試験した通過率【碎石】

25	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
20	92.2	91.9	92.3	93.0	91.5	92.0	92.3	91.7	92.5	92.0	92.2
15	71.7	71.5	70.5	72.5	70.8	70.4	72.4	71.8	73.4	72.0	73.1
10	37.7	37.8	38.3	37.8	37.8	37.9	37.4	38.6	38.1	37.9	38.1
5	6.2	6.1	6.1	6.3	6.2	6.1	6.2	6.2	6.2	6.0	6.1
2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
以下	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

$$S = 37.855828$$

$$CF = 2.452633$$

$$S_T = 35.403194$$

$$S_A = 22.734334$$

$$S_B = 6.472240$$

$$Se = 6.196620$$

付表 - 2.3 分散分析表(EPS)

要因	自由度	平方和	分散	分散の期待値
測定者S _A	10	22.7343	2.2734	$\sigma_e^2 + 14\sigma_A^2$
通過率S _B	6	6.4722	1.0787	$\sigma_e^2 + 22\sigma_B^2$
誤差Se	137	6.1966	0.0452	σ_e^2
	153	35.4032		

網ふるい(mm)	粒度調整値(%)	平均値(%)	実験標準偏差(%)
25	100.0	100.0	0.000
20	92.0	92.2	0.431
15	71.0	71.6	1.036
10	38.0	38.0	0.332
5	6.0	6.1	0.091
2.5	2.0	2.0	0.010
以下	0.0	0.0	0.000

測定者の違いによる不確かさ 0.3989

繰返し測定による不確かさ 0.2127

付表4.2.1 粒度調整された試料を四分法（16 kg 4 kg）で縮分した試験の結果【砕石】

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K											
25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0											
20	329.1	184.1	322.2	343.2	291.1	354.6	322.9	324.4	278.1	294.9	325.5	249.9	348.4	329.1	275.6	298.9	281.6	386.4	291.5	437.7		
15	946.9	832.9	862.3	745.2	989.2	1002.1	887.5	762.0	850.4	839.0	823.3	896.8	887.3	992.3	877.6	838.9	831.5	990.6	873.2	790.8		
10	1333.2	1373.7	1370.3	1296.5	1438.9	1371.6	1190.3	1255.1	1332.1	1313.7	1258.3	1332.5	1321.7	1320.7	1380.0	1297.5	1548.4	1299.1	1132.6	1297.8	1406.4	
5	1274.9	1354.0	1258.1	1254.1	1459.1	1391.7	1318.9	1349.0	1291.7	1281.3	1348.9	1290.0	1531.8	1406.4	1310.4	1363.3	1420.8	1205	1354.6	1191.1	1674.4	1237.2
2.5	155.7	172.6	158.6	150.1	177.9	180.2	176.0	226.5	161.4	162.2	195.1	186.7	188.9	202.0	156.4	175.0	163.3	157.3	142.2	136.5	241.5	156.5
以下	70.6	85.0	85.5	89.7	66.0	91.1	114.3	129.1	80.7	81.1	112.7	98.3	57.8	109.6	75.4	82.5	89.5	91.7	71.5	71	122.6	82.5
合計	4110.4	4002.3	4057.0	3878.8	4422.2	4391.3	4037.6	4061.0	4036.5	4054.7	4043.5	4041.4	4249.0	4185.4	4157.9	4239.7	3890.9	3814.0	4073.4	4678.3	4111.1	

付表4.2.2 粒度調整された試料を四分法（16 kg 4 kg）で縮分した試験の通過率【砕石】

25	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
20	92.0	95.4	92.1	91.2	93.4	91.9	91.3	91.6	92.0	92.0	93.1	92.7	92.3	94.0	91.6	92.2	93.7	92.3	92.6	90.5	93.8	89.4
15	69.0	74.6	70.8	71.9	71.0	69.1	69.3	72.9	71.0	70.0	72.1	71.9	73.0	72.6	70.3	68.8	73.6	70.8	70.8	66.2	75.1	70.1
10	36.5	40.3	37.0	38.5	38.5	37.9	39.9	42.0	38.0	37.6	41.0	39.0	41.9	41.0	37.1	38.2	38.3	37.4	41.1	34.3	43.6	35.9
5	5.5	6.4	6.0	6.2	5.5	6.2	7.2	8.8	6.0	6.0	7.6	7.1	5.8	7.4	5.6	6.1	5.8	6.4	5.6	5.1	7.8	5.8
2.5	1.7	2.1	2.1	2.3	1.5	2.1	2.8	3.2	2.0	2.0	2.8	2.4	1.4	2.6	1.8	1.9	2.0	2.4	1.9	1.7	2.6	2.0
以下	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

網ふるい(mm)	粒度調整値(%)	平均値(%)	実験標準偏差(%)
25	100.0	100.0	0.000
20	92.0	92.3	1.280
15	71.0	71.1	2.070
10	38.0	38.9	2.246
5	6.0	6.4	0.910
2.5	2.0	2.2	0.449
以下	0.0	0.0	0.000

付表4.3.1 粒度調整された試料を全量(500g)試験した結果【砕砂】

	A		B		C		D		E		F		G		H		I		J		K	
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	18.4	18.8	20.3	20.1	17.8	17.6	17.3	15.5	17.4	16.7	16.6	16.0	21.6	19.3	17.0	16.9	17.2	17.9	19	19.6	19.9	19.8
2.5	61.9	61.3	61.7	61.7	62.7	62.5	63.0	64.4	63.4	64.0	65.2	65.4	59.8	61.9	63.9	63.9	63.3	62.7	61.4	60.7	61.3	60.8
1.2	93.2	90.9	89.4	89.7	85.8	86.0	89.0	88.8	85.9	85.6	92.0	92.1	93.3	89.4	91.8	90.9	91.6	90.8	90.6	90.7	91.0	91.4
0.6	123.8	117.8	122.2	121.4	127.2	126.1	126.1	125.0	125.5	124.7	118.6	118.4	121.8	121.0	122.6	124.1	120.2	121.2	120.3	120.5	119.6	120.1
0.3	131.9	141.2	141.0	140.1	140.5	140.7	142.7	142.8	141.7	142.1	143.4	143.5	140.5	142.6	138.1	141.2	140.5	146.8	146.4	144.0	144.5	145.3
0.15	40.1	37.8	35.7	36.8	34.0	33.7	30.5	30.3	33.3	33.4	33.4	33.5	32.1	34.4	33.0	29.5	33.2	27.0	30.5	32.6	31.3	30.2
以下	32.4	32.3	31.1	31.2	32.5	32.6	30.2	31.5	33.6	33.9	31.6	31.5	32.5	32.7	33.2	32.9	33.4	33.0	32.6	32.7	32.9	33.1
合計	501.7	500.1	501.4	501.0	500.5	499.2	498.8	498.3	500.8	500.4	500.8	500.4	501.6	501.3	499.6	499.4	499.4	499.4	500.8	500.8	500.5	500.7

付表4.3.2 粒度調整された試料を全量(500g)試験した通過率【砕砂】

10	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
5	96.3	96.2	96.0	96.0	96.4	96.5	96.5	96.9	96.5	96.7	96.7	96.8	95.7	96.2	96.6	96.6	96.6	96.4	96.2	96.1	96.0	96.0
2.5	84.0	84.0	83.6	83.7	83.9	84.0	83.9	84.0	83.9	83.9	83.7	83.8	83.8	83.8	83.8	83.8	83.9	83.9	83.9	84.0	83.8	83.9
1.2	65.4	65.8	65.8	65.8	66.8	66.7	66.1	66.1	66.7	66.8	65.3	65.3	65.2	66.0	65.4	65.6	65.5	65.7	65.9	65.9	65.6	65.6
0.6	40.7	42.3	41.4	41.5	41.4	41.5	40.8	41.1	41.7	41.8	41.6	41.7	40.9	41.8	40.9	40.8	41.5	41.4	41.8	41.8	41.7	41.7
0.3	14.5	14.0	13.3	13.6	13.3	13.3	12.2	12.4	13.4	13.4	13.0	13.0	12.9	13.4	13.3	12.5	13.3	12.0	12.6	13.0	12.8	12.6
0.15	6.5	6.5	6.2	6.2	6.5	6.5	6.1	6.3	6.7	6.8	6.3	6.3	6.5	6.5	6.6	6.6	6.7	6.6	6.5	6.5	6.6	6.6
以下	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

$S = 35.226398$

$CF = 2.364487$

$S_T = 32.861911$

$S_A = 5.518048$

$S_B = 14.368165$

$Se = 12.975698$

付表 - 2.3 分散分析表(EPS)

要因	自由度	平方和	分散	分散の期待値
測定者 S_A	10	5.5180	0.5518	$\sigma_e^2 + 16\sigma_A^2$
通過率 S_B	7	14.3682	2.0526	$\sigma_e^2 + 22\sigma_B^2$
誤差 S_e	158	12.9757	0.0821	σ_e^2
	175	32.8619		

測定者の違いによる不確かさ 0.1713

繰返し測定による不確かさ 0.2866

網ふるい(mm)	粒度調整値(%)	平均値(%)	実験標準偏差(%)
10	100.0	100.0	0.0000
5	96.0	96.4	0.3111
2.5	84.0	83.9	0.1056
1.2	66.0	65.9	0.4901
0.6	42.0	41.4	0.4164
0.3	13.0	13.1	0.5714
0.15	7.0	6.5	0.1803
以下	0.0	0.0	0.0000

付表4.4.1 粒度調整された試料を四分法(2000g 500g)で縮分した試験の結果【砕砂】

	A		B		C		D		E		F		G		H		I		J		K	
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	19.3	20.5	21.4	15.4	18.0	17.3	16.0	15.0	14.9	16.9	16.5	17.9	20.1	19.6	14.6	18.4	18.4	17.8	19.3	16.4	16.4	16.1
2.5	53.6	71.2	57.4	58.5	77.1	66.5	71.2	72.1	66.8	65.3	69.5	68.7	61.5	60.7	60.0	67.7	61.8	58.5	67.8	55.2	64	64
1.2	93.0	93.3	93.5	90.0	86.9	87.4	91.6	89.4	88.0	89.3	91.0	95.1	92.3	95.3	95.2	99.2	96.2	92.8	90.4	93.2	94	94
0.6	120.9	112.0	112.7	113.6	137.5	122.6	122.7	129.9	125.0	122.4	125.0	115.5	114.8	126.4	136.3	118	117.6	111.2	115	112.1	113.9	113.9
0.3	137.6	122.9	126.2	123.4	134.1	124.8	120.6	130.7	122.8	124.8	125.5	125.2	127.7	125.6	125.9	121.5	120.9	120.2	127.8	120.1	123.4	123.4
0.15	62.3	55.4	52.7	51.7	58.6	54.2	52.6	56.9	53.3	54.1	55.5	53.4	54.0	60.6	60.2	54.3	51.6	48.8	53.9	50.4	49	49
以下	36.6	29.8	29.6	28.3	34.6	32.5	30.9	36.6	35.3	31.1	31.8	29.0	29.7	35.6	35.2	34.8	33.4	34.8	40.1	37.6	37.1	37.1
合計	523.3	505.1	493.5	480.9	507.4	508.9	505.6	530.6	506.1	503.9	514.8	504.8	500.1	523.8	527.4	504.7	508.8	484.1	514.3	485.0	497.5	497.5

付表4.4.2 粒度調整された試料を四分法(2000g 500g)で縮分した試験の通過率【砕砂】

10	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
5	96.3	95.9	95.7	96.8	96.5	96.6	96.8	97.2	97.1	96.6	96.8	96.5	96.0	96.3	97.2	96.4	96.4	96.3	96.2	96.6	96.8	96.8
2.5	86.1	81.8	84.0	84.6	83.5	83.5	82.8	83.6	83.9	83.7	83.3	82.8	83.7	84.7	85.9	84.2	83.1	84.2	83.1	85.2	83.9	83.9
1.2	68.3	63.4	65.1	65.9	66.4	66.4	64.6	66.7	66.5	66.0	65.6	64.0	65.2	66.5	67.8	65.1	63.6	65.1	65.5	66.0	65.0	65.0
0.6	45.2	41.2	42.2	42.3	40.8	41.6	40.4	42.3	41.8	41.7	41.3	41.1	42.3	42.3	42.0	41.7	40.5	42.1	43.1	42.9	42.1	42.1
0.3	18.9	16.9	16.7	16.6	16.9	17.6	17.0	17.6	17.5	16.9	17.0	16.3	16.7	18.4	18.1	17.7	16.7	17.3	18.3	18.1	17.3	17.3
0.15	7.0	5.9	6.0	5.9	6.4	6.4	6.1	6.9	7.0	6.2	6.2	5.7	5.9	6.8	6.7	6.9	6.6	7.2	7.8	7.8	7.5	7.5
以下	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

網ふるい(mm)	粒度調整値(%)	平均値(%)	実験標準偏差(%)
10	100.0	100.0	0.0000
5	96.0	96.5	0.3907
2.5	84.0	83.8	1.0108
1.2	66.0	65.6	1.2022
0.6	42.0	42.0	1.0086
0.3	13.0	17.3	0.6932
0.15	7.0	6.6	0.6020
以下	0.0	0.0	0.0000