

1. 制定/改正の別制定 **改正(委員会席上にて修正)****2. 産業標準案の番号及び名称**規格番号 **JIS M8720**

規格名称 鉄鉱石—低温還元粉化試験方法

3. 主務大臣

経済産業大臣

4. 制定・改正の内容等に関する事項**(1) 制定改正の必要性及び期待効果**

【必要性】

・本規格は、鉄鉱石を固定層において550℃の温度で等温還元後、室温で回転ドラムを用い転動させることによつて、高炉の低温還元帯を模した条件での鉄鉱石の粉化の度合いを評価する試験方法について規定するものであるが、低温還元粉化は、高炉操業の工程管理上も重要な物理性状の一つである。2017年の追補改正でサンプリング及び試料調製方法の引用規格が変更されているなど、最新の技術動向を鑑み、試験方法、手順等について最近の実態を反映した規定へ見直し、明確化を行うとともに対応国際規格と整合を図る必要がある。

【期待効果】

・産業活動の合理化及び国際取引の円滑公正化に寄与することが期待できる。

(2) 制定の場合は規定する項目を、改正の場合は改正点

主な改正点は、次のとおり。

・4 原理

用語の記載との重複を避けるため、「目開き2.8 mmのふるいを用いてふるい分けを行い、ふるい上に残った試料の質量を測定し、還元粉化指数を算出する。」に修正する。

・6.7 試験用ふるい

他の物理試験規格の記載に合わせ統一するため、「～に適合した試験用ふるいで、次の目開きをもつふるいとする。目開き 20 mm, 16 mm, 12.5 mm, 10 mm (以上角孔板ふるい, 又は織網), 及び2.8 mm(織網)」に修正する。

・10 試験結果の報告

g) 「結果に影響を及ぼす可能性のある出来事、並びにこの規格に規定のない」と意識し、修正する。

(3) 制定・改正の主旨**①利点がある場合にその項目(コード等一覧参照)**

ア、イ

②欠点があるとする項目に該当しないことを確認(コード等一覧参照)

確認

③国が主体的に取り組む分野に該当しているか、又は市場適合性を有しているか。

市場適合性を有する分野

④国が主体的に取り組む分野に該当する場合の内容**⑤市場適合性を有している場合の内容**

国際標準をJIS化するなどの場合

⑥市場適合性を明らかにする根拠、理由等(定量的なデータ等)

対応国際規格ISO4696-2が存在する。

コード等一覧

産業標準化の利点があると認める場合

- ア. 品質の改善若しくは明確化、生産性の向上又は産業の合理化に寄与する。
- イ. 取引の単純公正化又は使用若しくは消費の合理化に寄与する。
- ウ. 相互理解の促進、互換性の確保に寄与する。
- エ. 効率的な産業活動又は研究開発活動の基盤形成に特に寄与する。
- オ. 技術の普及発達又は国際産業競争力強化に寄与する。
- カ. 消費者保護、環境保全、安全確保、高齢者福祉その他社会的ニーズの充足に寄与する。
- キ. 国際貿易の円滑化又は国際協力の促進に寄与する。
- ク. 中小企業の振興に寄与する。
- ケ. 基準認証分野等における規制緩和の推進に寄与する。
- コ. その他、部会又は専門委員会が認める工業標準化の利点

産業標準化の欠点があると認める場合

- ア. 著しく用途が限定されるもの又は著しく限られた関係者間で生産若しくは取引されるものに係るものである。
- イ. 技術の陳腐化、代替技術の開発、需要構造の変化等によってその利用が縮小しているか、又はその縮小が見込まれる。
- ウ. 標準化すべき内容及び目的に照らし、必要十分な規定内容を含んでいない。また、含んでいる場合であっても、その規定内容が現在の知見からみて妥当な水準となっていない。
- エ. 当該案の内容及び既存のJISとの間で著しい重複又は矛盾がある。
- オ. 対応する国際規格が存在する場合又はその仕上がり目下である場合であって、当該国際規格等との整合化について、適切な考慮が行われていない。
- カ. 対応する国際規格が存在しない場合、当該JISの制定又は改正の輸入への悪影響について、適切な考慮が行われていない。
- キ. 原案中に特許権等を含む場合であって、特許権者等による非差別的かつ合理的条件での実施許諾を得ることが明らかに困難である。
- ク. 原案が海外規格(ISO及びIECが制定した国際規格を除く)その他他者の著作物を基礎とした場合、著作権に関する著作権者との調整が行われていない。
- ケ. 技術が未成熟等の理由で、JISとすることが新たな技術開発を著しく阻害する恐れがある。
- コ. 強制法規技術基準・公共調達基準との関係について、適切な考慮が行われていない。
- サ. 工業標準化法の趣旨に反すると認められるとき。

国が主体的に取り組む分野に該当する場合

1. 基礎的・基盤的な分野
2. 消費者保護の観点から必要な分野
3. 強制法規技術基準、公共調達基準等に引用される規格
4. 国の関与する標準化戦略等に基づき国際規格提案を目的としている規格

市場適合性を有している場合

1. 国際標準をJIS化するなどの場合
2. 関連する生産統計等によって、市場におけるニーズが確認できる場合、又は将来において新たな市場獲得が予想される場合
3. 民間における第三者認証制度に活用されることが明らかな場合
4. 各グループ [生産者等及び使用・消費者又はグループを特定しにくいJIS(単位、用語、製図、基本的試験方法等)にあつては中立者] の利便性の向上が図られる場合

目 次

	ページ
序文	1
1 適用範囲	1
2 引用規格	1
3 用語及び定義	2
4 原理	2
5 サンプルング並びに試験試料及び測定試料の調製	2
5.1 サンプルング及び試験試料の調製	2
5.2 測定試料の調製	2
6 装置	3
7 試験条件	4
7.1 一般	4
7.2 還元ガス	4
7.3 加熱ガス及び冷却ガス	4
7.4 測定試料の温度	4
8 操作	4
8.1 試験数の決定	4
8.2 還元	5
8.3 転動	5
8.4 ふるい分け	5
9 結果の表し方	5
9.1 還元粉化指数の計算	5
9.2 室内許容差及び試験結果の採用	6
10 試験結果の報告	6
11 検証	7
附属書 A (規定) 試験結果採用のためのフローシート	11
附属書 JA (参考) JIS と対応国際規格との対比表	12

まえがき

この規格は、産業標準化法第 16 条において準用する同法第 14 条第 1 項の規定に基づき、認定産業標準作成機関である一般社団法人日本鉄鋼連盟（JISF）から、産業標準の案を添えて日本産業規格を改正すべきとの申出があり、経済産業大臣が改正した日本産業規格である。これによって、JIS M 8720:2017 は改正され、この規格に置き換えられた。

この規格は、著作権法で保護対象となっている著作物である。

この規格の一部が、特許権、出願公開後の特許出願又は実用新案権に抵触する可能性があることに注意を喚起する。経済産業大臣は、このような特許権、出願公開後の特許出願及び実用新案権に関わる確認について、責任はもたない。

鉄鉱石—低温還元粉化試験方法

Iron ores—Determination of low-temperature reduction-disintegration

序文

この規格は、2015年に第3版として発行されたISO 4696-2を基とし、技術的内容を変更して作成した日本産業規格である。

なお、この規格で点線の下線を施してある箇所は、対応国際規格を変更している事項である。技術的差異の一覧表にその説明を付けて、附属書JAに示す。

1 適用範囲

この規格は、鉄鉱石を固定層において550℃の温度で等温還元後、室温で回転ドラムを用い転動させることによって、高炉の低温還元帯を模した条件での鉄鉱石の粉化の度合いを評価する試験方法について規定する。

この方法は、天然鉄鉱石塊鉱石（以下、塊鉱石という。）及び塊成鉱〔焼成ペレット（hot-bonded pellets, 以下、ペレットという。）及び焼結鉱〕に適用する。

注記 この規格の対応国際規格及びその対応の程度を表す記号を、次に示す。

ISO 4696-2:2015, Iron ores for blast furnace feedstocks—Determination of low-temperature reduction-disintegration indices by static method—Part 2: Reduction with CO and N₂ (MOD)

なお、対応の程度を表す記号“MOD”は、ISO/IEC Guide 21-1に基づき、“修正している”ことを示す。

2 引用規格

次に掲げる引用規格は、この規格に引用されることによって、その一部又は全部がこの規格の要求事項を構成している。これらの引用規格は、その最新版（追補を含む。）を適用する。

JIS M 8700 鉄鉱石及び還元鉄—用語

注記 対応国際規格における引用規格：ISO 11323, Iron ore and direct reduced iron—Vocabulary

JIS M 8702 鉄鉱石—サンプリング及び試料調製方法

注記 対応国際規格における引用規格：ISO 3082, Iron ores—Sampling and sample preparation procedures

JIS M 8706 鉄鉱石及び還元鉄—ふるい分けによる粒度分布の測定方法

JIS Z 8401 数値の丸め方

JIS Z 8801-1 試験用ふるい—第1部：金属製網ふるい

注記 対応国際規格における引用規格：ISO 3310-1, Test sieves—Technical requirements and testing—

Part 1 : Test sieves of metal wire cloth

JIS Z 8801-2 試験用ふるい—第2部：金属製板ふるい**注記** 対応国際規格における引用規格：ISO 3310-2, Test sieves—Technical requirements and testing—

Part 2 : Test sieves of perforated metal plate

3 用語及び定義

この規格で用いる主な用語及び定義は、次によるほか、JIS M 8700 による。

3.1**低温還元粉化 (low-temperature reduction-disintegration)**

高炉内上部における一般的な低温還元条件で、還元した結果生じる塊鉱石又は塊成鉱の粉化

3.2**還元粉化指数 (RDI-2.2.8) (reduction-disintegration index)**

静置状態で30分間還元した後に、回転ドラムを用いて転動して得られた測定試料の2.8 mm 粒度区分の質量分率 (%)

4 原理

規定の粒度範囲内の測定試料を固定層において静置状態で、一酸化炭素と窒素とから構成される還元ガスを用いて550℃の温度で30分間等温還元を行う。還元後、測定試料を100℃以下の温度に冷却し、所定の回転ドラムを用いて合計900回転動する。その後、目開き2.8 mmのふるいを用いてふるい分けを行い、ふるい上に残った試料の質量を測定し、還元粉化指数を算出する。

5 サンプルング並びに試験試料及び測定試料の調製**5.1 サンプルング及び試験試料の調製**

ロットのサンプルング並びに試験試料の採取及び調製方法は、JIS M 8702 によって行い、次のとおりとする。

- JIS M 8702 の 10.8.2 (各試験試料の調製) に規定する試料 A2 を用いる。
- ペレットの粒度範囲は、 $-12.5+10$ mm とする。ふるい分けの後は、例えば、二分器などによって無作為に選んだ測定試料を試験に用いる。
- 焼結鉱及び塊鉱石の粒度範囲は、 $-20+16$ mm とする。
- 試験試料は、乾燥基準で2 kg 以上、かつ、所定の粒度範囲に調製したものを採取する。
- 試験試料を 105 ± 5 °C で恒量になるまで乾燥器の中で乾燥する。その後、室温になるまで冷却する。

注記 恒量とは、1時間ごとの連続した測定試料の測定値間の差が、乾燥前測定試料の質量の0.05%以下に達した場合をいう。

5.2 測定試料の調製

5.1 で調製した試験試料から無作為に1個が約500 g (± 1 粒子) からなる測定試料を4個採取する。

測定試料を採取するために、二分器など、JIS M 8702 に規定する手動による縮分方法を適用してもよい。

測定試料を 0.1 g の桁まで測定し、それぞれの質量を記録する。

6 装置

6.1 試験装置 低温還元粉化試験に用いる装置及び設備は、次による。

- a) 乾燥器, 工具, タイマー, 安全具など一般試験設備
- b) 還元反応管 (6.2)
- c) 電気炉 (6.3)
- d) ガス供給システム (6.4)
- e) 回転ドラム (6.5)
- f) ドラム回転装置 (6.6)
- g) 試験用ふるい (6.7)
- h) はかり (6.8)

図 1 に還元試験装置の概要図を示す。

6.2 還元反応管 還元反応管は、600 °C を超える高温に耐え、スケールを発生せず、熱変形をしない耐熱性のある鋼板製で内径 75 mm ± 1 mm の円筒形とする。測定試料を保持し、かつ、ガスの流れを均一に保つためスケールの発生のない、600 °C 以上の高温に耐える、取外し可能な目皿を、還元反応管に挿入する。目皿は、厚さが 4 mm で還元反応管の内径よりも径が 1 mm 小さいものとする。目皿の孔径は、2 mm ~ 3 mm とし、隣接する孔と孔との中心間距離は、4 mm ~ 5 mm とする。また、ガスを予熱するために還元反応管の目皿の下に、100 mm の深さに熱交換物質、例えば、アルミナボールを置くとよい。

図 2 に還元反応管の概要図を示す。

6.3 電気炉 電気炉は、還元反応管に送られるガスだけでなく測定試料の全体を 550 °C ± 5 °C に保持できるもの。

6.4 ガス供給システム ガス供給システムは、ガスを供給し、流量を制御できるもの。

6.5 回転ドラム 回転ドラム（以下、ドラムという。）は、厚さが 5 mm 以上の鋼板製で、内径 130 mm、長さ 200 mm の円筒形容器とする。二つの等サイズの鋼製リフター（長さ 200 mm、高さ 20 mm、板厚 2 mm）をドラム内側の長手方向で、かつ、それぞれを円周方向に 180° の位置に固定する。容器の一端は、ふさぎ、他端は、開口部とする。微粒の飛散がないように、とじふたを開口部に取り付ける構造とする。

ドラムは、厚さが摩耗によって一部でも 3 mm まで減少した場合、交換する。また、リフターは、高さが摩耗によって一部でも 18 mm 以下に減少した場合、交換する。

図 3 にドラムの例を示す。

6.6 ドラム回転装置 ドラム回転装置は、最初の 1 回転以内で設定回転速度に達し、安定して 30 回転 / 分 ± 1 回転 / 分の回転が可能で、かつ、停止させるときは、1 回転以内に停止できるもの。ドラム回転装置は、回転数測定器及び設定回転数でドラムを停止させることのできる自動停止装置を備えるもの。

6.7 試験用ふるい 試料調製用及びふるい分け用のふるいは、JIS Z 8801-1 及び JIS Z 8801-2 に適合した試験用ふるいで、次の目開きをもつふるいとする。

目開き：20 mm、16 mm、12.5 mm、10 mm（以上、角孔板ふるい又は織網）及び2.8 mm（織網）

6.8 はかり ひょう量がそれぞれ試験試料及び測定試料の質量を量るのに適したはかりで、一目量が0.1 gで測定試料を測定できるもの。

7 試験条件

7.1 一般

使用するガスの容積及び流量は、温度0℃、圧力101.325 kPa¹⁾ (1.013 25 bar) を基準とする。

注¹⁾ 1 013.25 hPa=101.325 kPa=0.101 325 MPa=1 atm

7.2 還元ガス

7.2.1 ガス組成

還元ガスの組成は、次による。

- a) 一酸化炭素 (30±0.5) % (体積分率)
- b) 窒素 (70±0.5) % (体積分率)

7.2.2 ガスの純度

還元ガス中の不純物は、次の量を上限とする。

- a) 水素 0.01 % (体積分率)
- b) 不純物合計 0.1 % (体積分率)

7.2.3 ガス流量

還元ガス流量は、全還元期間を通して15 L/min±0.5 L/min を維持しなければならない。

7.3 加熱ガス及び冷却ガス

不活性ガス（窒素）は、加熱及び冷却ガスとして使用し、その不純物は0.1%（体積分率）を超えてはならない。

窒素の流量は、測定試料が550℃に達するまで5 L/min を、550℃の等温期間中は、15 L/min をそれぞれ維持しなければならない。測定試料の冷却時の流量は、5 L/min を維持しなければならない。

7.4 測定試料の温度

還元ガスは、測定試料に入る前に予熱され、全還元期間を通して測定試料の温度を550℃±10℃に保持しなければならない。

8 操作

8.1 試験数の決定

4 個の測定試料のうち、2 個を無作為に選び一組 2 個の試験を行う。その試験結果を**附属書 A**によって判定し、必要な場合、4 個まで試験を行う。

8.2 還元

還元操作は、次の手順による。

- a) 5.2 によって調製した測定試料のうち、1 個を無作為に選び、それを還元反応管 (6.2) に装入し、その上表面ができるだけ平らになるように目皿の上に載せる。
- b) 還元反応管の上部を密閉する。熱電対を装入し、測定試料の中央にその先端を据える。
- c) 還元反応管を電気炉 (6.3) に装入する。
- d) ガス供給システム (6.4) を接続する。
- e) 窒素を流し、還元反応管内の空気を置換し、測定試料を加熱する。この間、窒素を 5 L/min の流量で測定試料に流し、その温度が $550 \text{ }^\circ\text{C} \pm 10 \text{ }^\circ\text{C}$ に達するまで加熱する。 $550 \text{ }^\circ\text{C}$ に達したら窒素を 15 L/min の流量で流し、温度平衡のため少なくとも 15 分間 $550 \text{ }^\circ\text{C}$ の等温を保持する。

警告 一酸化炭素及び一酸化炭素を含む還元ガスは、有毒であり、そのため危険である。したがって、試験は、よく換気される場所、又は換気フードの下で実施されなければならない。国の安全基準 (Safety code) に基づいて、操作者の安全が確保されるよう予防措置を講じることが望ましい。

- f) 窒素を還元ガスに置換し、還元ガスを還元反応管に $15 \text{ L/min} \pm 0.5 \text{ L/min}$ の流量で流し、測定試料を還元する。
- g) 還元ガスで 30 分間還元を行う。
- h) 30 分間の還元の後、電気炉の加熱を止め、かつ、還元ガスを窒素に切り換え 5 L/min の流量を流し、還元反応管内の測定試料が $100 \text{ }^\circ\text{C}$ 以下の温度になるまで冷却する。

8.3 転動

還元された測定試料を還元反応管から注意深く取り出し、その質量 (m_0) を量り、ドラム (6.5) に装入する。ふたを堅く閉め、ドラムを 30 回転/分 ± 1 回転/分の回転速度で合計 900 回転させる。

8.4 ふるい分け

ドラムからすべての測定試料を取り出し、質量を測定し、**JIS M 8706** に従って目開き 2.8 mm のふるいをを用い粉化に注意しながら手動でふるう。ふるい上に残っている質量 (m_1) を測定し記録する。転動及びふるい分けの間に損失した質量は、ふるい下 (-2.8 mm) とみなす。

なお、**JIS M 8706** の 5.2 (ふるい分け装置) の条件に合致する機械式ふるいを使用してもよい。

9 結果の表し方

9.1 還元粉化指数の計算

還元粉化指数 ($RDI-2.2.8$) は、質量分率 (%) で表し、次の式によって算出する。

$$RDI-2.2.8 = 100 - \frac{m_1}{m_0} \times 100$$

ここで、 m_0 : 測定試料の還元後、転動前の質量 (g)

m_1 : 2.8 mm のふるいの上に残った測定試料の質量 (g)

試験結果の計算は、小数点以下 1 桁に丸めて表示する。

9.2 室内許容差及び試験結果の採用

表 1 の室内許容差を用いて附属書 A に従って、試験結果の採用の可否を判定する。一組 2 個の試験結果の差が室内許容差以内の場合は、試験を終え、許容差を超えた場合は、附属書 A のフローシートによって更に 1 回又は 2 回の試験を行う。判定結果は、小数点 1 桁に丸めて報告する。この場合、JIS Z 8401 の規則 A 又は規則 B のいずれを選択するかは、受渡当事者間の協定による。

表 1—室内許容差 (r)

$RDI-2.8$ の平均値	単位 質量分率 (%) r
1	0.45
2	0.88
3	1.29
4	1.68
5	2.05
7	2.73
10	3.60
15	4.66
20	5.21
25	5.30
30	5.30
35	5.30
40	5.30
45	5.30
50	5.30
55	5.30
60	5.30

10 試験結果の報告

試験結果の報告には、次の情報を記載しなければならない。

- a) この規格の番号
- b) 試料の確認に必要な全事項
- c) 試験所名及びその所在地
- d) 試験日
- e) 報告書作成日
- f) 試験責任者の署名
- g) 結果に影響を及ぼす可能性のある出来事、並びにこの規格に規定のない、又は任意とみなされている

操作及び試験条件の詳細

- h) 還元粉化指数 (*RDI-2.2.8*)
- i) ふるいの種類
- j) ふるいの方法, ふるい分けの時間などのふるい条件
- k) 測定試料のドラムに装入した全質量及びドラムから取り出した全質量

11 検証

試験装置の定期点検は, 試験結果の信頼性を高める上で重要である。点検の頻度は, それぞれの試験所で決定する事項である。

点検は, 次の装置・設備について行わなければならない。

- ふるい
- はかり
- 還元反応管
- 温度調整機器及び測温計
- ガス流量計
- ガス組成
- タイマー
- ドラム
- ドラム回転装置

所内標準試料を用意し, それを使用して定期的に試験の室内許容差を確認しておくことが望ましい。検証活動の記録は, 適切に維持保管しておかななければならない。

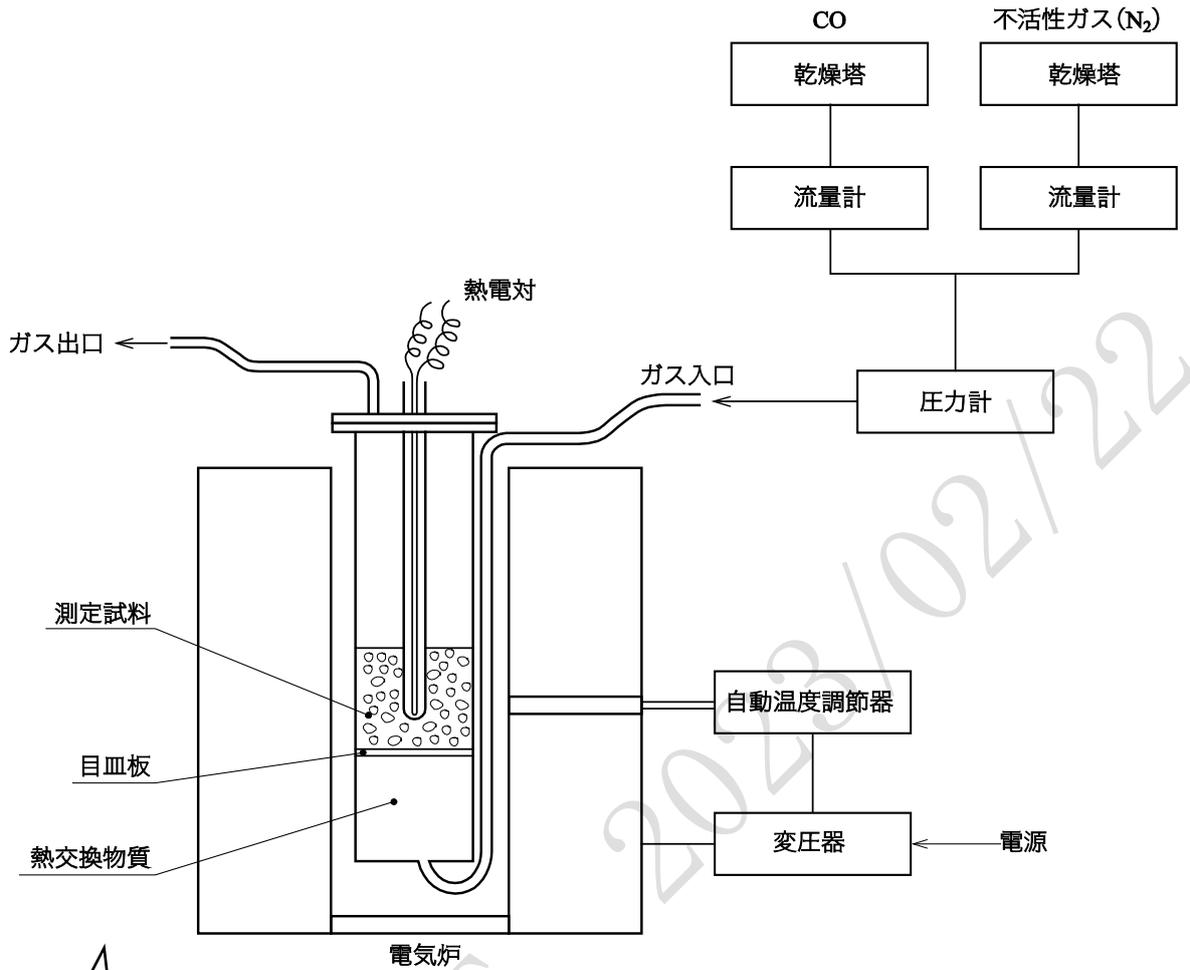
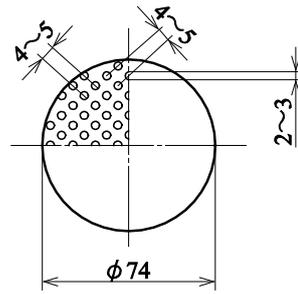


図1—還元試験装置の概要図

図中の“目皿板”は、様式調整で“目皿”に修正。

単位 mm

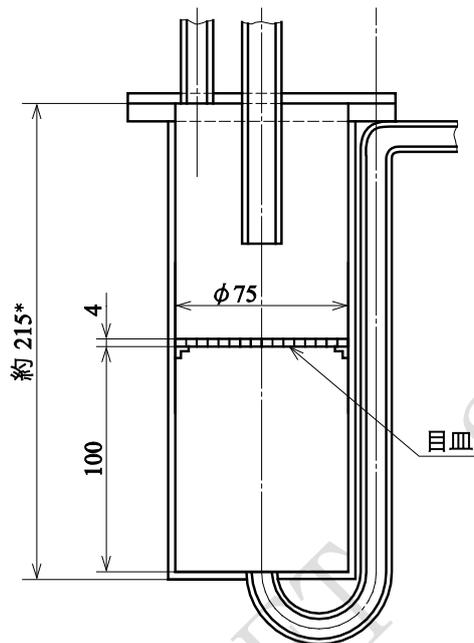


目皿

孔の直径 2~3 mm

孔の間隔 4~5 mm

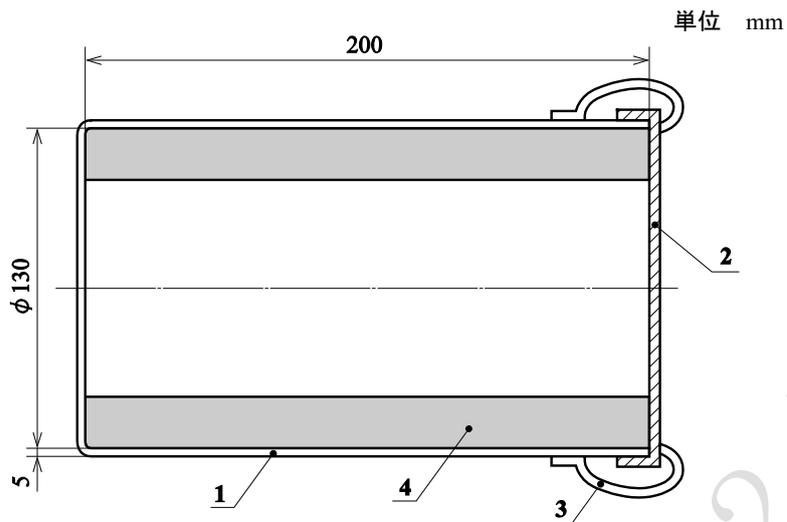
目皿の厚さ 4 mm



注^{a)} この値は、6.2 には規定のない参考値である。

図 2—還元反応管の概要図

図中の*は様式調整で^{a)}に修正

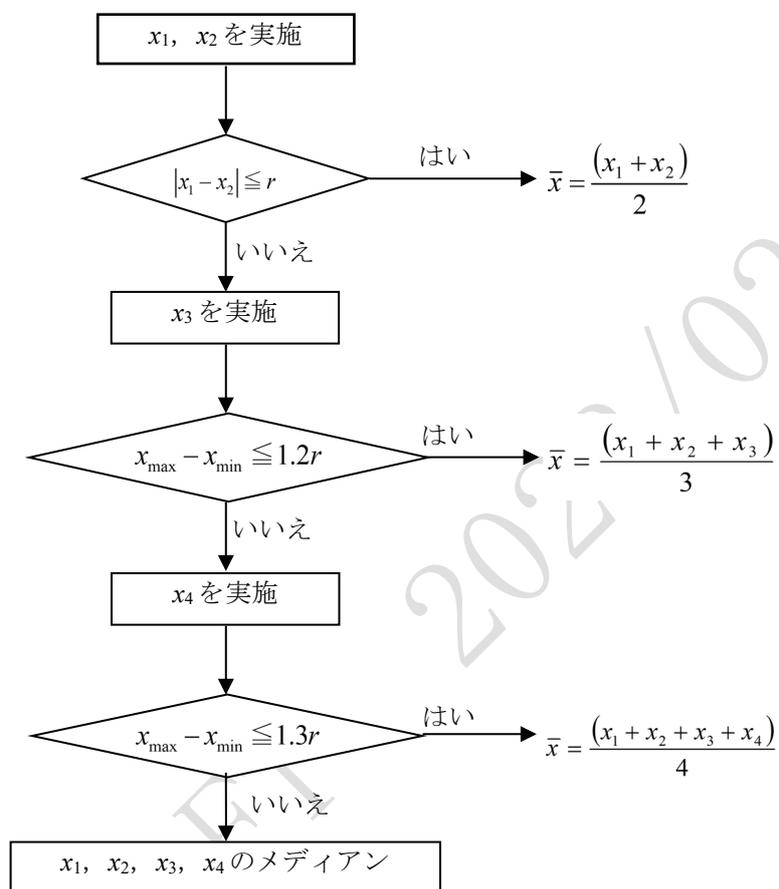
**記号説明**

- 1 : 容器
- 2 : とじふた
- 3 : 締め金
- 4 : リフター (高さ 20 mm, 厚さ 2 mm)
材質 (普通鋼)

図 3一回転ドラムの例 (概念図)

JIS DRAFT

附属書 A
(規定)
試験結果採用のためのフローシート



記号説明

r : 室内許容差。表 1 による。

注記 メディアンは、 x_1, x_2, x_3, x_4 の中央に近い二つの値の平均をいう。

図 A.1—試験結果採用のためのフローシート

附属書 JA
(参考)

JIS と対応国際規格との対比表

JIS M 8720		ISO 4696-2:2015, (MOD)		
a) JIS の箇条番号	b) 対応国際規格の対応する箇条番号	c) 箇条ごとの評価	d) JIS と対応国際規格との技術的差異の内容及び理由	e) JIS と対応国際規格との技術的差異に対する今後の対策
3.1 3.2	3	追加	JIS は、規格に用語を規定しているが、ISO 規格は、用語規格の ISO 11323 を引用。	定義した用語の内容は、全く同じである。
5.1 5.2	5.1 5.2	追加	基本的な技術内容は同じである。ただし、引用規格が JIS では、JIS M 8702 を引用しているが、この規格は、ISO 規格で引用している ISO 3082 とほぼ整合している。	技術的内容は、ほぼ同じ。
6.1 6.2 6.3 6.4 6.5 6.6 6.7 6.8	6.1 6.2 6.3 6.4 6.5 6.6 6.7 6.8	変更	JIS では、アルミナボールを目皿の下に 100 mm の深さに配置している。	ISO 規格では、熱交換用のアルミナボールについて特に規定していない。ただし、Figure 1 で目皿の上にアルミナボールを表示している。したがって、アルミナボールを配置することについては、JIS, ISO 規格ともに共通している。
8.1 8.2 8.3 8.4	8.1 8.2 8.3 8.4	追加	JIS では、手動ふるいを基本とし、機械式ふるいも、JIS M 8706 の 5.2 の条件に合致する場合は、使用してもよいことにしている。	ISO 規格では、ふるいについては、手動ふるいであるか、機械式ふるいであるかは、規定していない。ただし、ISO 規格においても手動ふるいと機械式ふるいとの関係は、同様に JIS M 8702 に対応する ISO 4701 に基づく。
9.1 9.2	9	追加	JIS は、数値の丸め方に JIS Z 8401 を採用している。	技術的内容は、変わらない。
<p>注記 1 箇条ごとの評価欄の用語の意味を、次に示す。</p> <ul style="list-style-type: none"> — 追加：対応国際規格にない規定項目又は規定内容を追加している。 — 変更：対応国際規格の規定内容又は構成を変更している。 <p>注記 2 JIS と対応国際規格との対応の程度の全体評価の記号の意味を、次に示す。</p> <ul style="list-style-type: none"> — MOD：対応国際規格を修正している。 				