



## 6. 外観検査 (VISUAL INSPECTION)

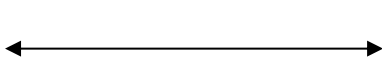
外観の目視などによって行う検査で、ここでは主に鋳造材、鍛造材、溶接部、加工面及び塗装下地処理面について解説します。

参考：

ASME SECTION V, ARTICLE 9, VISUAL EXAMINATION では、次のように規定していますので参考にしてください。

・検査員の視力：Time New Roman N4.5 の文字（又は、それに相当する文字。Jaeger test chart の J-1）で作成された下記英単語を 30cm 以上離れて、片眼もしくは両眼（矯正可）で読めること。

4.5pt : ace, moon, rose, amuse, care, cross, excuse, wax, zero, measure, curve, news, owner



A4 サイズの用紙を使用し、印字した際、横の矢印が 50mm、縦の矢印が 15mm であることを確認してください。

- ・観察面の照度は、100 footcandles (1000 lux) 以上。
- ・観察面の直接視野は、600mm 以内、30度以内。

### 6.1 鋳造材の外観検査

(1) JIS G0588 「鋳鋼品鋳肌の外観試験方法及び等級分類」では、欠陥の種類を次の9種類に分け、1級から5級に等級分類して標準写真を添付している。

- 1) 砂かみ、のろかみ（いぼ、へこみ）
- 2) ガスホール（きらわれ）
- 3) 湯じわ
- 4) ケレン跡（鋳ぐるみ跡）
- 5) ガス・ガウジング流し跡
- 6) ガス切断跡
- 7) 鋳ばり
- 8) 焼着き（差込み、肌荒れ）
- 9) 溶接跡

合格基準については、発注者との協議により種類毎に等級を規定する。



Wings Corporation

Title: 工業用バルブの検査概論 (改訂版)

<http://wingshome.co.jp/introduction.html>

e-mail: [info@wingshome.co.jp](mailto:info@wingshome.co.jp)

Doc. No. : WD14-001

Rev. No. : 0c1

Sheet 88 / 138

(2) MSS-SP-55 (Visual Method for Evaluation of Surface Irregularities)では、欠陥の種類を次の12種類に分け、a~eの5等級に分類して標準写真を添付している。但し、a及びbを合格とし、それら以外を不合格としている。


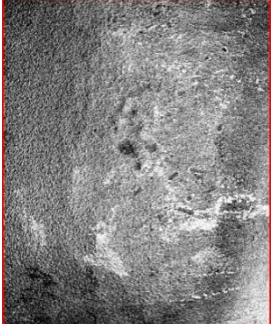
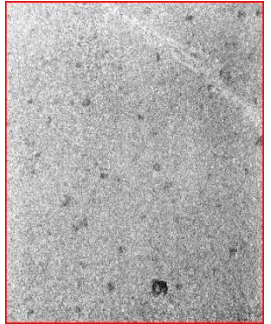






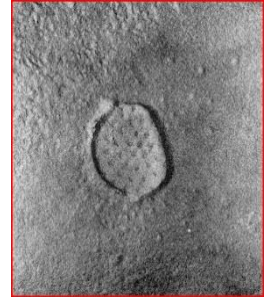

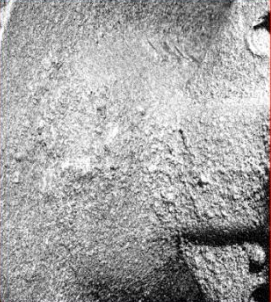
- 1) Type I-Hot Tears and Cracks (熱間割れ及び割れ)
- 2) Type II-Shrinkages (引け巣)
- 3) Type III-Sand Inclusions (砂かみ)
- 4) Type IV-Gas Porosity (ガスホール)
- 5) Type V-Veining (ベーニング、鑄ばりの一種)
- 6) Type VI-Rat Tails (ベーニングと同じ欠陥で形状により分けた欠陥)
- 7) Type VII-Wrinkles, Laps, Folds, and Coldshuts (湯じわ、のろかみ、焼付き等)
- 8) Type VIII-Cutting Marks (ガス切断等の跡)
- 9) Type IX-Scabs (すくわれ等)
- 10) Type X-Chaplets (ケレン跡(鑄ぐるみ跡))
- 11) Type XI-Weld Repair Areas (溶接跡)
- 12) Type XII-Surface Roughness (表面粗さ)

参考：( )内の日本語は参考としてください。

**注意：上記欠陥には Hot Tears, Cracks, Shrinkages 等線状欠陥を”a” “b”の合格範囲に含めていますが、発注仕様書には線状欠陥を全て不合格にすることを推奨します。**



下記写真は、MSS-SP-55-2001 から抜粋した欠陥等級”C”の写真です。これらの写真以上の欠陥がある場合は不合格です。但し、写真を縮小していますので、100mm×125mm の範囲として判定が必要です。

		
<b>Type-I Hot Tears and Cracks</b>	<b>Type-II Shrink</b>	<b>Type-III Sand Inclusions</b>
		
<b>Type-IV Gas Porosity</b>	<b>Type-V Veining</b>	<b>Type-VI Rat Tails</b>
		
<b>Type-VII Wrinkles, Laps, Folds and Coldshuts</b>	<b>Type-VIII Cutting Marks</b>	<b>Type-IX Scabs</b>
		
<b>Type-X Chaplets</b>	<b>Type-XI Welding Repair Areas</b>	<b>Type-XII Surface Roughness</b>



参考 :

- ・ 主な鑄造欠陥と発生要因

a) 引け巣

鋼は 1500℃までが液体で、それ以下になると固まり始め、1460℃で凝固が完了する。

鑄込み温度が 1520～1560℃位とすると体積の収縮は 1460℃までに 0.9%、凝固時に 3%収縮する。

この液体収縮、凝固収縮の合計 3.9%の収縮が引け巣を発生させる要因となる。

主な原因を大別すると次のようになる。

- ・ 鑄造方案の不備

A. 押し湯の大きさ、高さの不足

B. 押し湯の補給距離の不足

C. 冷し金鑄包みの不適合

D. 肉厚が不均一

E. 孤立した部分への給湯不足

- ・ 作業上の不備

A. 鑄込み終了後の湯洩れ等により所要湯量が不足する。

B. 湯が不足し、所定の高さまで湯が上がらない。

C. 鑄込み速度が早すぎて押し湯高さまで一旦上がった湯が下がる。

D. 押し湯高さが高すぎて二次パイプを起こす。

E. 手込め等の場合、押し湯の形状が不適當。

F. 押し湯付け根 R が大きすぎる。

G. 鑄込み温度が高すぎまたは低すぎ。

H. ブラインド押し湯でガス抜きを忘れる。

I. ブラインド押し湯のせきの大きさが不適切。

これらの主な対策としては、

1) 押し湯の大きさを変更する。

2) 冷し金の位置及び大きさを変更する。

3) 開放押し湯の他にサイドライザーを有効に使う。

4) 熱伝導度の高い砂を局部的に使う。

5) ガス抜きの位置を正しくとる等。





b) 割れ

割れには高温亀裂と低温亀裂とに別けられるが、一般に鋳物に多く見られるのが、高温亀裂である。

高温亀裂は 1300℃位で発生し、主な原因としては次のようなことがあげられる。

A. 鋳型、中子、中子の芯が丈夫すぎて応力緩和がなく、応力集中が生じ割れに発展する。鋳型割り面に割れ(HOT TEAR)が生じた事例がある。

B. 湯道が突っ張って自由に収縮できない。

C. 肉厚の変化が大であるために、その部分に急激な温度勾配がある場合。

D. ホットスポット (熱点) ができる場合。

E. 溶湯の脱酸不足。

F. 溶湯中の P 及び S が多い場合。

G. 溶湯中の非金属介在物が多い場合。

割れの発生する部分は肉厚交差部、肉厚の急変化部のように凝固の最も遅れる部分及び凝固収縮によるひずみの大きい所が圧倒的に多い。

主な対策としては、上記原因を作らないことであるが、

1) 冷し金及びリブの活用。

2) 肉厚変化の急激な所には付肉してなだらかにする。

3) 鋳型の温度を高くして鋳込む等

割れは鋳肌表面に開口しているものが多く発見しやすい。

c) ガス欠陥

ガス欠陥は大別してブローホールとピンホールがある。この欠陥は溶湯に溶け込んだガス、鋳型から発生するガスや空気が湯の中に閉じ込められてできたものである。

ブローホールは溶湯に大量にガスを吸収している場合が多く、2~5φ程度の小さなガス孔が一面に分布するものをいう。ピンホールは0.5~1φ程度の小さい

ガス孔が無数に分布していて、熱処理後、一皮むけば目に付くことが多い。

吹かれは鋳型内のガス・空気を湯の中に巻き込んで大きな空洞として現れる。

ガス欠陥の要因はあまりにも多く、従って対策も各ケースによる為、詳述は避けることにします。

d) 砂かみ

鋳物の中に鋳型の砂が巻き込まれた欠陥で、現象としては最も判別しやすく、その原因も難しいものでないが、発生因子が極めて多く、対策としては難しい。

ガス欠陥同様、各ケースで対策等が異なるため詳述は避けることにします。



## 6.2 鍛造材の外観検査

インゴット、鍛造、熱処理の主な各工程毎に鍛造材の表面欠陥と主な発生原因について次に示します。

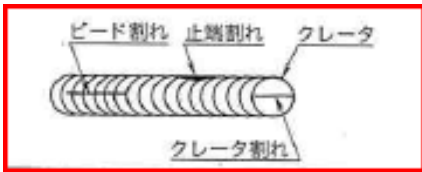
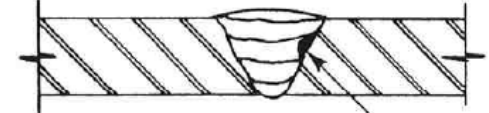
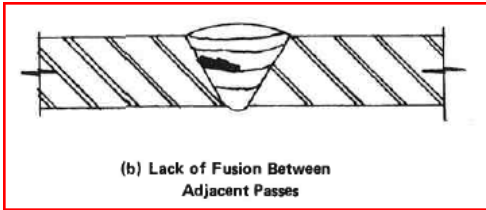
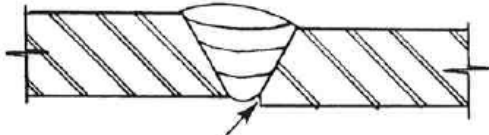
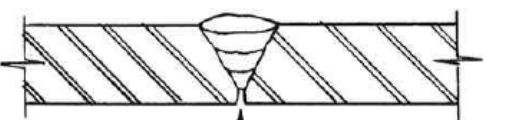
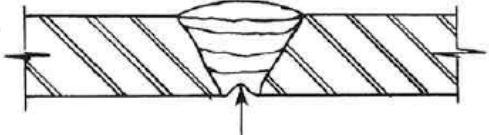
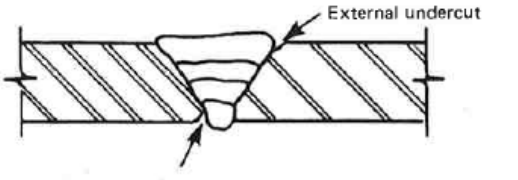
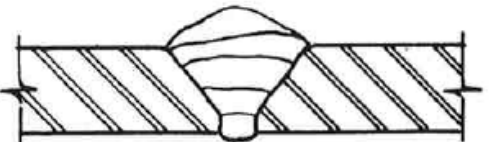
工程	欠陥の種類	主な発生原因
インゴット	鋼魂縦割れ	1) 鑄型形状不適合 2) 鑄型手入れ不足 3) 鑄込作業後の冷却方法不適合
	鋼魂横割れ	1) 鑄型手入れ不足 2) 二段注ぎ
	吊切れ	1) 鋼魂の鑄型への焼付 2) 押し湯枠設置の不適合
	肌荒れ (二重肌)	1) 鑄型内面の荒れ又は手入れ不足 2) 鑄込中溶鋼飛沫が鑄型内部に付着して生じる
鍛造	かぶさり	1) 鍛造金敷形状不適合 2) 一回の圧下量が過大 3) 素材の形状不適合 4) 鍛造方案及び作業不適合
	しわきず	1) 圧下幅比に対して、圧下量が過大 2) 金敷の隅部 R 不足
	まきこみ	1) 不均一加熱 2) 金敷幅比 (圧下/素材径) が過大
	引き割れ (打ち割れ)	1) 鍛造温度の低過ぎ 2) 加工度過大
	スケールきず	1) 鍛造中のスケール除去作業不足
	焼け過ぎ	1) 加熱温度が高すぎる 2) パーナー焰の直火による加熱
	亀甲割れ	1) Cu, Sn 等の不純物元素が比較的多く、鍛造温度が不適当な場合
	脱炭	1) 加熱雰囲気不適当な場合 2) 加熱時間が長すぎた場合
	編心	1) 不均一な加熱 2) 鍛造作業不適合
	寸法不良	1) 鍛造方案不適合 2) 鍛造作業不適合
	曲り	1) 不均一な加熱 2) 鍛造時の曲がり取り不十分 3) 鍛造後の取扱不良
熱処理	急冷割れ	1) 材質、質量又は形状に対して不適当な冷却 2) 急冷による熱応力が過大
	焼き割れ	1) 焼き入れ時の形状不良 2) 材質又は質量に対して過大な冷却速度及び冷やし過ぎ
	置き割れ	1) 熱処理による残留応力過大 2) 残留オーステナイト影響
	焼きむら	1) 局所的な不均一加熱 2) 局所的に脱炭層が残留したとき 3) 焼き入れ時、局所的に不均一冷却になったとき
	脱炭	1) 加熱雰囲気が不適切 2) 加熱時間が長過ぎる。



### 6.3 溶接部の外観検査

ASME B31.3-1993, CHAPTER VI, INSPECTION, EXAMINATION, AND TESTING に記載されている内容を基に主な点を解説します。

#### (1) 欠陥の種類

	 <p>Lack of fusion between weld bead and base metal</p> <p>(a) Side Wall Lack of Fusion</p>
割れ	母材との融合不良
 <p>(b) Lack of Fusion Between Adjacent Passes</p>	 <p>Incomplete filling at root on one side only</p> <p>(c) Incomplete Penetration due to Internal Misalignment</p>
層間の融合不良	段差による溶け込み不良
 <p>Incomplete filling at root</p> <p>(d) Incomplete Penetration of Weld Groove</p>	 <p>Root bead fused to both inside surfaces but center of root slightly below inside surface of pipe (not incomplete penetration)</p> <p>(e) Concave Root Surface (Suck-Up)</p>
ルートパスの溶け込み不良	ルートパスのへこみ
 <p>External undercut</p> <p>Internal undercut</p> <p>(f) Undercut</p>	 <p>(g) Excess External Reinforcement</p>
アンダーカット	余盛

注意：溶接欠陥は非破壊検査と組み合わせて判定すべきである。

参考：ASME B31.3 では、VISUAL INSPECTION による欠陥の種類を次のように記載しています。  
Crack, Lack of fusion, Incomplete penetration, Undercutting, Surface porosity or exposed slag inclusion, Surface finish, Concave root surface & Reinforcement or internal protrusion.



(2)判定基準 (非破壊検査の判定基準ではありません。)

- ・割れ及び融合不良を観察した場合は、不合格とする。
- ・その他の欠陥については、配管のサービス、溶接形状毎に定めています。

次の表を参照してください。

**TABLE 341.3.2A**  
**ACCEPTANCE CRITERIA FOR WELDS**

Criteria (A to M) for Types of Welds, for Service Conditions, and for Required Examination Methods [Note (1)]

Kind of Imperfection	Normal Fluid Service						Severe Cyclic Conditions						Category D Fluid Service						
	Methods		Types of Weld				Methods		Types of Weld				Method	Types of Weld					
	Visual	Spot or Random Radiography	Girth and Miter Groove	Longitudinal Groove [Note (2)]	Fillet [Note (3)]	Branch Connection [Note (4)]	Visual	100% Radiography	Magnetic Particle	Liquid Penetrant	Girth and Miter Groove	Longitudinal Groove [Note (2)]	Fillet [Note (3)]	Branch Connection [Note (4)]	Visual	Girth and Miter Groove	Longitudinal Groove [Note (2)]	Fillet [Note (3)]	Branch Connection [Note (4)]
Crack	×	×	A	A	A	A	×	×	×	×	A	A	A	A	×	A	A	A	A
Lack of fusion	×	×	A	A	A	A	×	×	...	...	A	A	A	A	×	C	A	NA	A
Incomplete penetration	×	×	B	A	NA	B	×	×	...	...	A	A	NA	A	×			A	NA
Internal porosity	...	×	E	E	NA	E	...	×	...	...	D	D	NA	D	...	...	...	...	...
Slag inclusion, tungsten inclusion, or elongated indication	...	×	G	G	NA	G	...	×	...	...	F	F	NA	F	...	...	...	...	...
Undercutting	×	...	H	A	H	H	×	×	...	...	A	A	A	A	×	I	A	H	H
Surface porosity or exposed slag inclusion [Note (5)]	×	...	A	A	A	A	×	...	...	...	A	A	A	A	×	A	A	A	A
Surface finish	...	...	...	...	...	...	×	...	...	...	J	J	J	J	...	...	...	...	...
Concave root surface (suck-up)	×	×	K	K	NA	K	×	×	...	...	K	K	NA	K	×	K	K	NA	K
Reinforcement or internal protrusion	×	...	L	L	L	L	×	...	...	...	L	L	L	L	×	M	M	M	M





Criterion Value Notes for Table 341.3.2A

Symbol	Criterion Measure	Acceptable Value Limits [Note (6)]	
A	Extent of imperfection	Zero (no evident imperfection)	
B	Depth of incomplete penetration	$\leq 3/32$ in. (0.8 mm) and $\leq 0.2\bar{T}_w$	
	Cumulative length of incomplete penetration	$\leq 1.5$ in. (38 mm) in any 6 in. (150 mm) weld length	
C	Depth of lack of fusion and incomplete penetration	$\leq 0.2\bar{T}_w$	
	Cumulative length of lack of fusion and incomplete penetration [Note (7)]	$\leq 1.5$ in. (38 mm) in any 6 in. (150 mm) weld length	
D	Size and distribution of internal porosity	See BPV Code, Section VIII, Division 1, Appendix 4	
E	Size and distribution of internal porosity	For $\bar{T}_w \leq 3/4$ in. (6.4 mm), limit is same as D	
		For $\bar{T}_w > 3/4$ in. (6.4 mm), limit is $1.5 \times D$	
F	Slag inclusion, tungsten inclusion, or elongated indication		
	Individual length	$\leq \bar{T}_w/3$	
	Individual width	$\leq 3/32$ in. (2.4 mm) and $\leq \bar{T}_w/3$	
G	Slag inclusion, tungsten inclusion, or elongated indication		
	Individual length	$\leq 2\bar{T}_w$	
	Individual width	$\leq 3/8$ in. (3.2 mm) and $\leq \bar{T}_w/2$	
H	Depth of undercut	$\leq 3/32$ in. (0.8 mm) and $\leq \bar{T}_w/4$	
	Depth of undercut	$\leq 3/16$ in. (1.6 mm) and $\leq (\bar{T}_w/4 \text{ or } 3/32 \text{ in. (0.8 mm)})$	
J	Surface roughness	$\leq 500$ min. Ra per ASME B46.1	
K	Depth of root surface concavity	Total joint thickness, incl. weld reinf., $\geq \bar{T}_w$	
L	Height of reinforcement or internal protrusion [Note (8)] in any plane through the weld shall be within limits of the applicable height value in the tabulation at right. Weld metal shall merge smoothly into the component surfaces.	For $\bar{T}_{w1}$ in. (mm)	Height, in. (mm)
		$\leq 3/4$ (6.4)	$\leq 3/16$ (1.6)
		$> 3/4$ (6.4), $\leq 1/2$ (12.7)	$\leq 3/8$ (3.2)
		$> 1/2$ (12.7), $\leq 1$ (25.4)	$\leq 3/32$ (4.0)
M	Height of reinforcement or internal protrusion [Note (8)] as described in L	Limit is twice the value applicable for L above	

× = required examination NA = not applicable . . . = not required

NOTES:

- Criteria given are for required examination. More stringent criteria may be specified in the engineering design. See also paras. 341.5 and 341.5.3.
- Longitudinal groove weld includes straight and spiral seam. Criteria are not intended to apply to welds made in accordance with a standard listed in Table A-1 or Table 326.1.
- Fillet weld includes socket and seal welds, and attachment welds for slip-on flanges, branch reinforcement, and supports.
- Branch connection weld includes pressure containing welds in branches and fabricated laps.
- These imperfections are evaluated only for welds  $\leq 3/16$  in. (5 mm) in nominal thickness.
- Where two limiting values are separated by "and," the lesser of the values determines acceptance. Where two sets of values are separated by "or," the larger value is acceptable.  $\bar{T}_w$  is the nominal wall thickness of the thinner of two components joined by a butt weld.
- Tightly butted unfused root faces are unacceptable.
- For groove welds, height is the lesser of the measurements made from the surfaces of the adjacent components; both reinforcement and internal protrusion are permitted in a weld. For fillet welds, height is measured from the theoretical throat, Fig. 328.5.2A; internal protrusion does not apply.



6.4 加工面の外観検査

加工面、特にガスケット及びパッキンの接触面の粗さについて次に解説します。

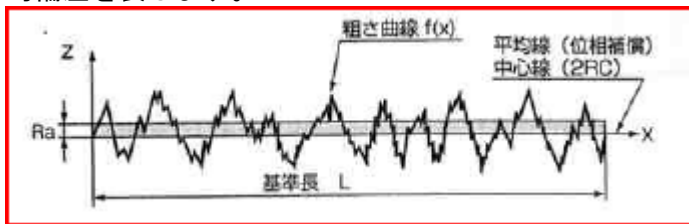
6.4.1 主な粗さの定義 (JIS B0601-2001/ISO 4287-1997)

(1) 算術平均粗さ Ra (Arithmetical mean deviation)

粗さ曲線から、基準長さ L の部分を抜き取り、その抜き取り部分の平均線を X 軸、縦倍率の方向を Z 軸として粗さ曲線を  $Z=f(x)$  で表したときに、次の式で求める値です。

$$Ra = \frac{1}{L} \int_0^L |f(x)| dx$$

すなわち、下図において粗さ曲線と平均線とによって囲まれた部分の面積を基準長さで割った平均偏差を表します。



(2) 最大高さ粗さ Ry, Rmax, Rt, Rz, Rzmax, Pt (Maximum height)

抽出曲線  $Z=f(x)$  から、基準長さ L (評価長さ) の部分を抜き取り、その抜き取り部分の山頂線と谷底線の縦倍率方向の間隔です。算出規格や抽出曲線により名称が変わります。また、抽出曲線が断面曲線の場合は評価長さの全体より算出した値(No.1)で、粗さ曲線の場合は次の3通りの値となります。

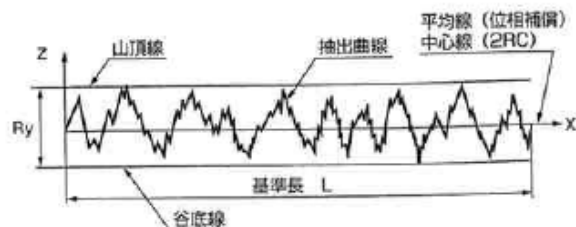
No.2: 評価長さ全体より算出した値。

No.3: 基準長さ毎に算出した後、評価長さ全体で平均した値。

No.4: 基準長さ毎に算出した後、評価長さ全体で最大の値。

No.	抽出曲線	JIS '82	JIS '94	ISO '97 / JIS '01 / DIN	CNOMO	ASME '95
1	断面曲線	Rmax	—	Pt	—	—
2	粗さ曲線	Rt	Rt	Rt	—	Rt
3	粗さ曲線	—	Ry	Rz	Rz	Rz
4	粗さ曲線	—	—	Rzmax	Rmax	Rmax

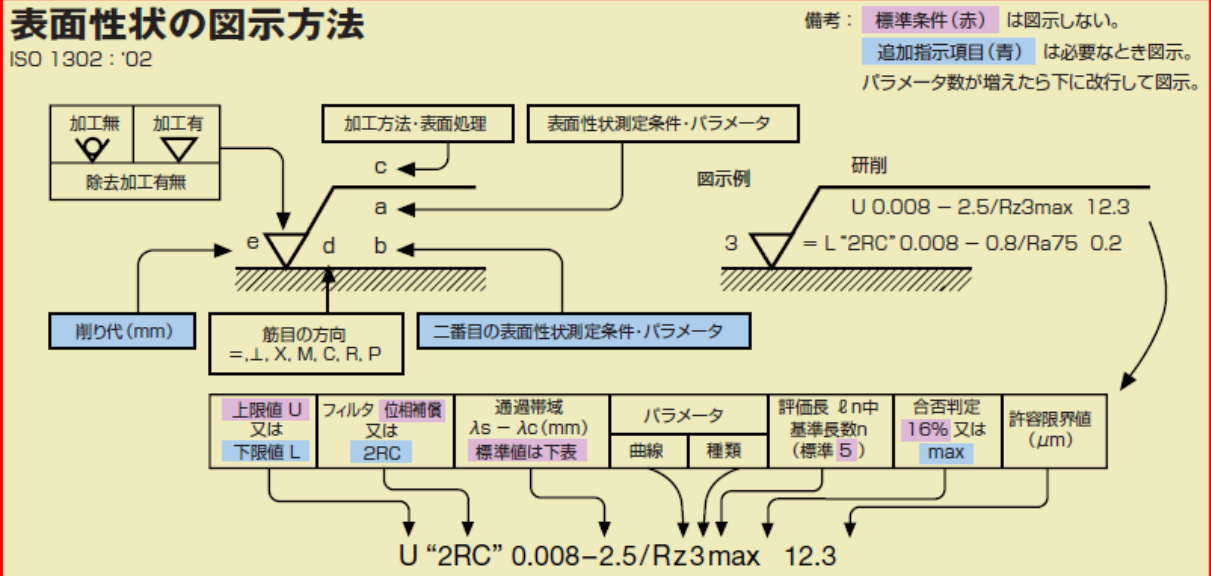
$$Ry = \max ( f ( x ) ) - \min ( f ( x ) )$$





参考 :

1) 粗さの図示方法



現在、▽記号による粗さ表示は行っていないが、参考を示しておきます。  
JIS B0601-1970 による中心線平均粗さ Ra が基準。

表面記号 又は 三角記号

0.2a以下	
0.4a~1.6a	
3.2a~6.3a	
12.5a~25a	

上記は、(株)東京精密殿資料より引用しました。

2) 機械加工と粗さ

旋盤の送り (mm)	実測値 Rmax (μm)	理論値 Rmax (μm)
0.13	3.2 ~ 4.8	3.1
0.25	8.0	11.4
0.40	22.0	29.4
0.50	36.0	45.9

上記表は試験片を旋盤で加工して粗さを計測した参考値を記載しました。

ここで、バイトの刃先半径は、0.68mm を用いて実験しました。

理論値は、 $R_{max} = (f^2/8r) \times 1000$ 、f: 1 回転あたりの旋盤の送り (mm)、r: バイトの刃先半径 (mm) としている。

3) 粗さ記号

AARH (Average Arithmetical Roughness) 旧 ANSI B46.1 で、中心線平均粗さ Ra を (μin) で表した単位です。その他、RMS: Military Standard 及び CLA: British Standard も AARH と同じです。



### 6.4.2 ガasket及びパッキンの接触面の粗さ

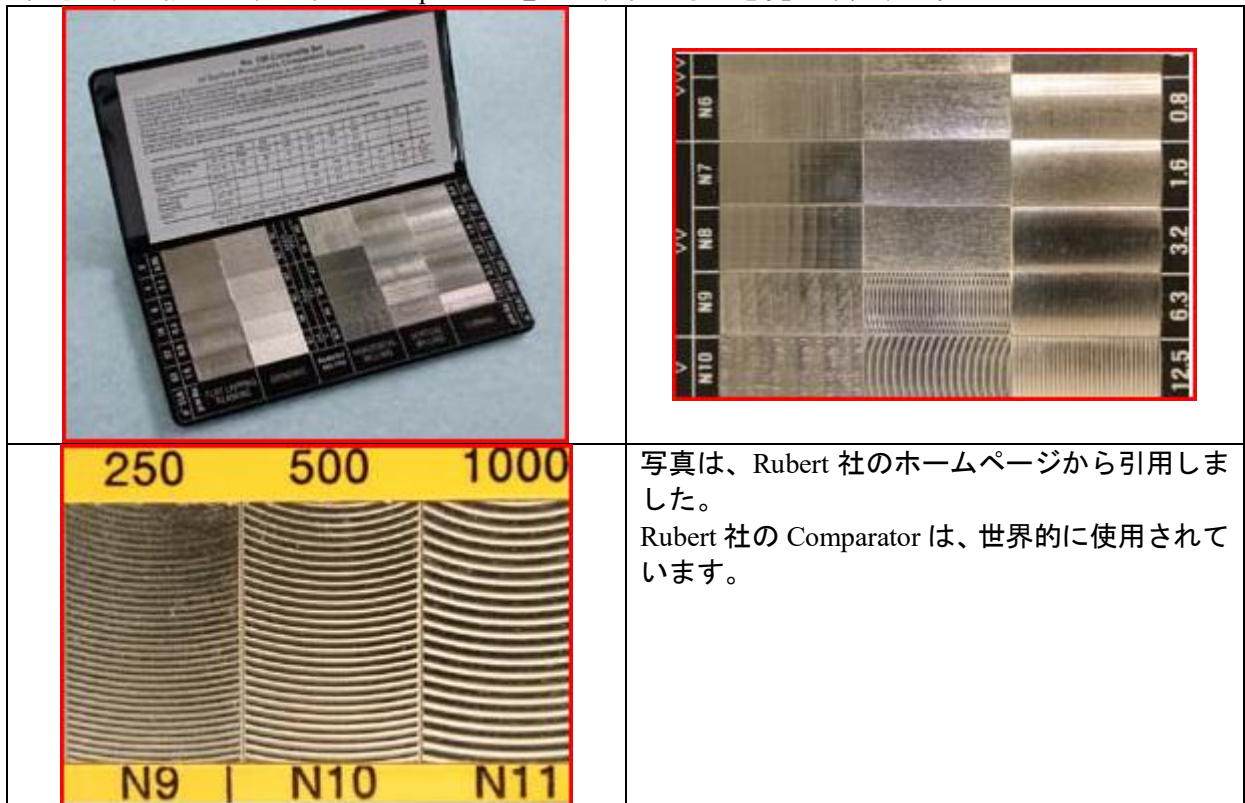
#### (1) ガasket接触面の粗さ

RF (Raised Face)面の粗さは、ASME B16.5-2003 に次のように規定されています。

Serrated concentric or serrated spiral finish (同心円又は渦巻き加工) で、Ra 3.2 ~ 6.3  $\mu$ m とする。  
バイトは刃先半径 1.5mm 以上を用い、旋盤の送りは、1.8 ~ 2.2 grooves/mm とする。

参考：

粗さは、下記に示すような Comparator を用い、目と手の感覚で確認する。

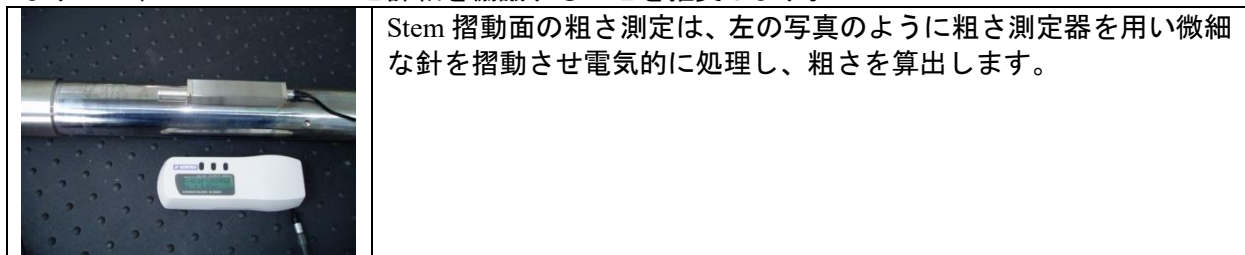


#### (2) パッキン接触面の粗さ

API600-1998 では、Stem のパッキン接触面の粗さを Ra 0.80  $\mu$ m or smoother と規定しています。

参考：

Shell-GSI, MESC SPE 77/208-2006 では FE に関連して、Ra 0.2  $\mu$ m or smoother と規定しています。  
但し、FE に関連して、細かすぎても FE の漏れ量に影響するとしているパッキンメーカーもありますので、バルブメーカーと詳細を協議することを推奨します。





6.4.3 フランジ面の欠陥 Rev.0c

ASME B16.5-2009 に次のような規定があります。  
フランジ面の欠陥については、下記範囲で認めています。

**6.4.6 Flange Facing Finish Imperfections.** Imperfections in the flange facing finish shall not exceed the dimensions shown in Table 3 (Table II-3 of Mandatory Appendix II). A distance of at least four times the maximum radial projection shall separate adjacent imperfections. A radial projection shall be measured by the difference between an outer radius and inner radius encompassing the imperfection where the radii are struck from the centerline of the bore. Imperfections less than half the depth of the serrations shall not be considered cause for rejection. Protrusions above the serrations are not permitted.

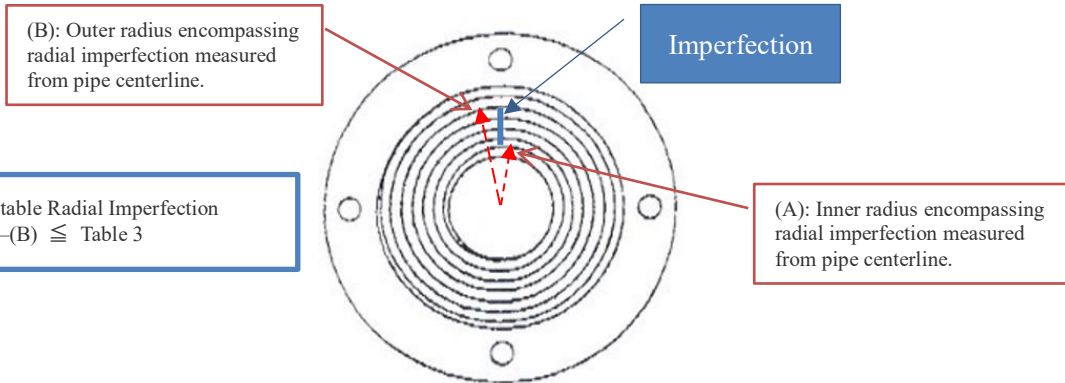
キズの深さがセレーションの深さより深くない場合のキズの許容最大長さ  
なお、キズの深さがセレーションの1/2の深さ以下の場合、キズの長さには依らず許容される。

キズの深さがセレーションの深さより深い場合のキズの許容最大深さとキズの許容最大長さ

Table 3 Permissible Imperfections in Flange Facing Finish for Raised Face and Large Male and Female Flanges

NPS	Maximum Radial Projection of Imperfections That Are No Deeper Than the Bottom of the Serrations, mm	Maximum Depth and Radial Projection of Imperfections That Are Deeper Than the Bottom of the Serrations, mm
1/2	3.0	1.5
3/4	3.0	1.5
1	3.0	1.5
1 1/4	3.0	1.5
1 1/2	3.0	1.5
2	3.0	1.5
2 1/2	3.0	1.5
3	4.5	1.5
3 1/2	6.0	3.0
4	6.0	3.0
5	6.0	3.0
6	6.0	3.0
8	8.0	4.5
10	8.0	4.5
12	8.0	4.5
14	8.0	4.5
16	10.0	4.5
18	12.0	6.0
20	12.0	6.0
24	12.0	6.0

GENERAL NOTE: For permissible imperfections in Inch units, refer to Mandatory Appendix II, Table II-3.



注意: 上記 Table3 に記載されている部分は、”radial projection”に関する内容を配管エンジニアよりサポート頂いた個人的な解釈です。









6.5 塗装下地処理面及び塗装面の外観検査

6.5.1 素地調整 (Surface Preparation)

(1) さび等級

スウェーデン規格 SIS 05 59 00-1967(ISO と同等)

	
A: 全面的に付着したミルスケールに覆われ、さびはあったとしても少ししかない鋼表面	B: さび始め、それによりミルスケールがはがれ始めた鋼表面
	
C: ミルスケールがさび落ちてしまったか、又は掻き取ることができるが、肉眼ではわずかしみえなくぼみをもつ鋼表面	D: ミルスケールがさび落ちてしまい、著しくくぼみが肉眼で見える鋼表面

(2) 素地調整等級

下記は、関西ペイント(株)殿資料から引用しました。

素地調整程度		作業方法	関連規格
清浄度1種 (1種ケレン)	黒皮・さび・塗膜を除去し、清浄な鋼材面とする。	ブラスト法	SSPC-SP5 SSPC-SP6 SSPC-SP10
		酸洗	SSPC-SP8
清浄度2種 (2種ケレン)	さび・塗膜を除去し、鋼材面を露出させる。 ただし、くぼみ部分や狭隙部分には、さびや塗膜が残存する。	ディスクサンダー・ワイヤ ホイールなどの動力工具と手 工具の併用	SSPC-SP3
清浄度3種 (3種ケレン)	さび・劣化塗膜を除去し、鋼材面を露出させる。 ただし、劣化していない塗膜(活膜)は残す。	同上	SSPC-SP2
清浄度4種 (4種ケレン)	粉化物および付着物を落とし、活膜を残す。	同上	—

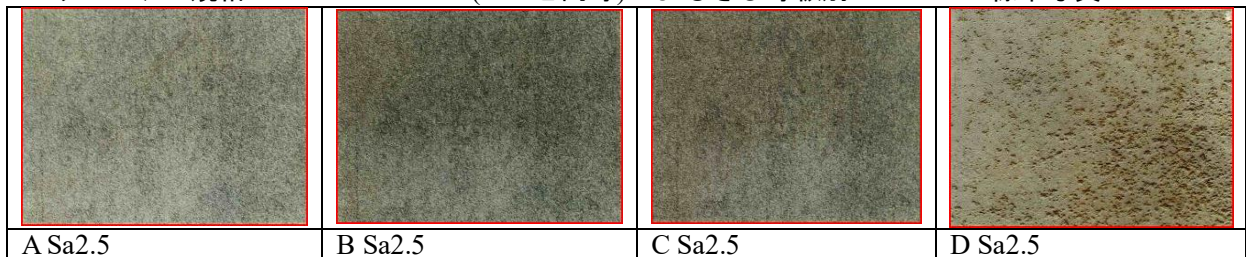


SSPC 注1)	ISO 注2) (SIS)	JSRA 注3) SPSS	BS 4232 注4)	NACE 注5)	標準除錆率 注6)
WHITE METAL BLAST CLEANING SP-5	Sa 3	Sh 3 Sd 3	FIRST (NIL)	No. 1	99.9%以上 (~NIL)
NEAR-WHITE BLAST CLEANING (95%以上) SP-10	Sa 2½	Sh 2 Sd 2	SECOND (95%以上)	No. 2	95%以上 (~99)
COMMERCIAL BLAST CLEANING SP-6	Sa 2	Sh 1 Sd 1	THIRD (80%以上)	No. 3	67%以上 (~80)
BRUSH-OFF BLAST CLEANING SP-7	Sa 1			No. 4	
POWER TOOL CLEANING SP-3	St 3	Pt 3			
HAND TOOL CLEANING SP-2	St 2				
施工条件などを文章で表現 SP-10のみ除錆率を示す。	写真集あり	写真集ありPt2, Pt1もある	( ) 内は除錆率 を示す		( ) 内は最もシビアな 場合の除錆率を示す

注1)STEEL STRUCTURES PAINTING COUNCIL  
 注2)INTERNATIONAL STANDARD ISO 8501-1 198 (SVENSK STANDARD SIS 05 5900-1967  
 注3)日本船舶研究協会「塗装前鋼材表面処理基準」  
 STANDARD FOR THE PREPARATION OF STEEL SURFACE PRIOR TO PAINTING  
 注4)BRITISH STANDARD  
 注5)NATIONAL ASSOCIATION OF CORROSION ENGINEERS  
 注6)THE SOCIETY OF NAVAL ARCHITECTS AND MARINE ENGINEERS 発行 (1969.12) のABRASIVE BRASTING GUIDE FOR AGED OR  
 COATED STEEL SURFACESの標準値である。  
 なお、この基準では素材の状態によって除錆率を変動させている。  
 各基準の相関性は下記による。  
 SSPC~ISO (SIS).....SSPCおよびISO (SIS) に示されている。  
 SSPC~ISO (SIS) ~BS.....BS 4232に示されている。  
 SSPC~NACE.....上記 6) で示されている。  
 ISO (SIS) ~SPSS.....本州四国連絡橋公団発行 (S52.3) の「鋼橋等塗装基準・同解説」による。

施工要領	検査のチェックポイント
<b>素地調査 (ケレン)</b> ショットブラスト法 (またはサンドブラスト法) によって、ミルスケール や赤さびを除去してください。 ブラスト処理後、表面に付着した異物・ミルスケール・ほこりなどは、エ アブローその他を用いて除去してください。	仕上がり状態を規定するために、下記の方法を採用 してください。 1)ブラストの状態 ISO Sa2.5と対比し、これ以上のケレン状態にす ること。 2)粗度 70S以下であること。
<b>ショッププライマーの塗装</b> 素地調整後、ただちに塗装してください。 塗装は、オートエアレスを原則とします。 ショッププライマーの種類・銘柄によって、荷姿・混合比・シンナーのう すめ率・推奨 (指定) 膜厚が異なりますので、各ショッププライマーの使 用方法によって、まちがいをなく塗装するよう、注意が必要です。	1)塗装時のチェック項目としては、つぎのものがあ りますので、これらを指定どおりかどうか確認し てください。 ①銘柄 ②混合比 ③シンナー ④シンナーのうすめ率 ⑤エアレス装置の一次圧 ⑥エアレス装置のチップ 2)塗装後のチェック項目 ①塗膜厚.....電磁式微厚計などを使用して測定し てください。 ②塗料の使用量

スウェーデン規格 SIS 05 59 00-1967(ISO と同等)によるさび等級別の Sa 2.5 の標準写真 :





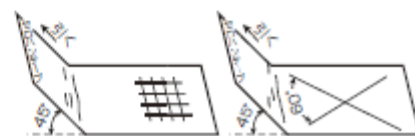
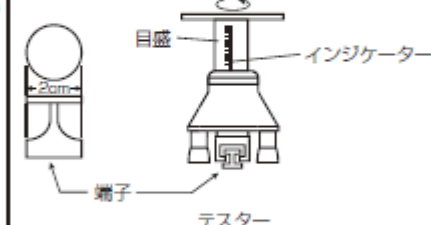
### 6.5.2 塗装面の外観検査 (塗膜の付着試験方法)

付着性を現場で診断する方法には、

- ・テープ付着試験
- ・トルク付着試験
- ・引張り付着試験
- ・スクレープ試験

などがありますが、ここでは、使用頻度の高いテープ付着試験及び引張り付着試験 (プルオフ付着試験/エルコメーター社アドヒージョンテスト) について説明します。

下記は、関西ペイント(株)殿資料から引用しました。

	テープ付着試験	引張り付着試験 (エルコメーター社アドヒージョンテスト)								
試験器具の準備	①カッターナイフ [JIS 5400 6. 15 (2.1)] ②セロハン粘着テープ (24mm幅: JIS Z 1522) ③切り込み用ガイド (5mm間隔) (2mm // ) (1mm // )	①アドヒージョンテスター (英国エルコメーター社製) ②接着剤 (シアノアクリレート系または無溶剤エポキシ樹脂系) ③サンドペーパー (#240程度) ④カッターナイフ								
測定要領 [注1] ASTMでは、Xカットとクロスカットに分類されており日本では慣用的に呼ばれているクロスカットはXカットであり、基準目は、クロスカットに相当する。	①切り込み用ガイドなどを用いて素地に速する切り込みを入れる。 ②切り込みの入れ方については、クロスと基準目の2種類がある。 この使い分けは塗膜厚や塗料の種類状況によって変わる。 例えば、ASTM D 3359-1985では塗膜厚により使い分けしている。(注-1) <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th>塗膜厚</th> <th>切り込み方法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>50μm以下</td> <td>1mm間隔基準目</td> </tr> <tr> <td>50~125μm</td> <td>2mm間隔基準目</td> </tr> <tr> <td>125μm以上</td> <td>クロスカット</td> </tr> </tbody> </table> また、無機質ジnkリッチペイントや脆化した塗膜では基準目の切り込みを入れると塗膜に凝集破壊が生じてしまい試験出来ない場合があるのでクロスカットが主に採用されている。 ③切り込み部にセロハンテープを丸みのある棒などでこすってテープを十分に貼りつける。 ④テープの一端を45°程の角度で強く引き剥す。 	塗膜厚	切り込み方法	50μm以下	1mm間隔基準目	50~125μm	2mm間隔基準目	125μm以上	クロスカット	①測定位置をサンドペーパーで軽く研磨して清浄にする。 ②接着剤を用いて端子を貼りつける。 ③端子周辺の塗膜をカッターで切断する。 ④テスターで端子を引き剥がしその時の強度を読む。 
塗膜厚	切り込み方法									
50μm以下	1mm間隔基準目									
50~125μm	2mm間隔基準目									
125μm以上	クロスカット									
	⑤ ②-④の走査を再度繰り返し評価基準と照合する。									





	テープ装着試験	引張り付着試験 (エルコメーター社 アドヒージョンテスト)																				
評価方法と記録	<p>①評価基準と照合して判定する。 主として現場で採用している評価基準としては下記のようなものがある。 (JSS IV 03 鋼橋塗膜剥離より)</p> <table border="1"> <tr> <td>はく離状態</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>はく離 50%以上</td> </tr> <tr> <td>評価点(FN)</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </table> <p>基準目評価点</p> <table border="1"> <tr> <td>はく離状態</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>評価点以上の はく離</td> </tr> <tr> <td>評価点(FN)</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </table> <p>その他の評価方法としては、ASTM D 3359 Standard Method of Measuring Adhesion By Tape Testなどがある。 ②剥離が生じている層と比率を記録する。</p>	はく離状態				はく離 50%以上	評価点(FN)	3	2	1	0	はく離状態				評価点以上の はく離	評価点(FN)	3	2	1	0	<p>①引張り力を記録する。(kg/cmf) ②剥離した層とその比率を記録する。</p>
はく離状態				はく離 50%以上																		
評価点(FN)	3	2	1	0																		
はく離状態				評価点以上の はく離																		
評価点(FN)	3	2	1	0																		
その他	<p>①参考規格 ASTM D 3359-1985 D 3302</p> <p>②この測定は気温5℃以下または測定塗膜面の温度が5℃以下のときはテープの接着力が著しく低下するので避けた方がよい。高温の場合(35℃以上)も同様である。</p>	<p>①注意事項</p> <p>イ)端子が接着剤の層からはがれその値が異常に低い場合は試験をやり直すこと。 ロ)シアノアクリレート系接着剤は塩化ゴム系の塗膜などでは使えないので無溶剤エポキシ樹脂系のものを使う。 ただし、この場合は接着時間が長くなるので注意すること。 ハ)接着剤の種類、端子の取付け塗膜のカット、テスターの操作速度が重要な測定要因となる。</p>																				

参考 :

塗膜の付着試験方法は、塗装の種類及び方法等により適切な条件及び次期を定めることを推奨します。

また、現場での問題が聞かれることが多々ありますが、バルブの輸送及び保管条件・期間等によりバルブメーカーと発注者側が十分に話し合うことを推奨します。発注仕様書には下地処理、塗装の種類・方法及び塗装面の確認方法等について定め、バルブメーカー側の理解を深めることが予防になります。