

高温高压用バルブ・シートの材料に関する研究(第3報)*

岡野 満** 堀田 秀次**

Mitsuru Okano and Hideji Hotta : Study on the Materials for Valve Seatings at High Temperature and High Pressure (3rd Report). Following the second report, investigations have been made on the abrasion test at various temperatures and pressures, air pressure test, and corrosion test on the materials of valve seatings of Co-Cr-W steel series, 18% Ni-Si-Mn-Cr cast iron, 13%Cr steel and 18-8 steel to the solution of 3% NaCl, HCl, H₂SO₄, HNO₃ of the various concentration up to 250 days.

(Received November 21, 1949)

I. 緒 言

高温高压用バルブシートの材料に関して第1報⁽¹⁾及び第2報⁽²⁾に引続き Co-Cr-W 系, 18%Ni-Si-Mn-Cr 鑄鉄系, 13%Cr 鋼系その他について圧力ならびに温度をそれぞれ異にした場合の摩擦力試験ならびにこれが考察を行い空気圧試験, 顕微鏡試験並びに食塩水, 濃度を各種異にした塩酸, 硫酸, 硝酸等の各溶液による耐蝕性等に関して施行した実験経過の概要を論述する。

II. 供 試 材 料

本研究に供した材料は次のものである。

- (1) Co-Cr-W 系 (2) 18%Ni-Si-Mn-Cr 鑄鉄系 (3) 低C-13%Cr 鋼系 (4) 高C-13%Cr 鋼系 (5) 18-8 鋼系。

III. 研究の経過並びに成績

(1) 摩擦力試験

鈴木式金属磨耗試験機を使用し, バルブ・シート材の滑りによる平面摩擦を試験し自記々録円筒に摩擦力の変化を拡大し描かした。今回は特に圧力と温度の影響を調査した。

- (イ) 試験圧力……5kg, 15kg 及び 20 kg. (ロ) 試験温度……上記の各圧力下においてそれぞれ常温 200°, 300°, 400° 及び 480°.
- (ハ) 材質……下の如く各同種材質の組合によるもの; Co-Cr-W 系; 18%Ni-Si-Mn-Cr 鑄鉄系; 低C-13%Cr 鋼系.
- (ニ) 試験片接触面積……1cm². (ホ) 試験片寸法……外径 19.6mm 内径 16mm 高さ約 50mm. (ヘ) 試験片毎分回転数……60. (ト) 試験成績.

(a) 摩擦力に及ぼす圧力の影響 (試験圧力…5kg, 15kg 及び 20kg)

常温において試験圧力をそれぞれ 5kg, 15kg 及び 20kg に変化した場合 Co-Cr-W 系 18%Ni-Si-Mn-Cr 鑄鉄系及

び低炭素 13%Cr 鋼系の摩擦力-廻轉数関係曲線は Fig. 1 の通りである。

本図より明らかな如く, 常温の Co-Cr-W 系同志並びに 18%Ni-Si-Mn-Cr 鑄鉄系同志の場合何れも 15kg 又は 20 kg の如く圧力大なるときは 5 kg の如く小なるときよりも本曲線の変化部, 仮称 critical

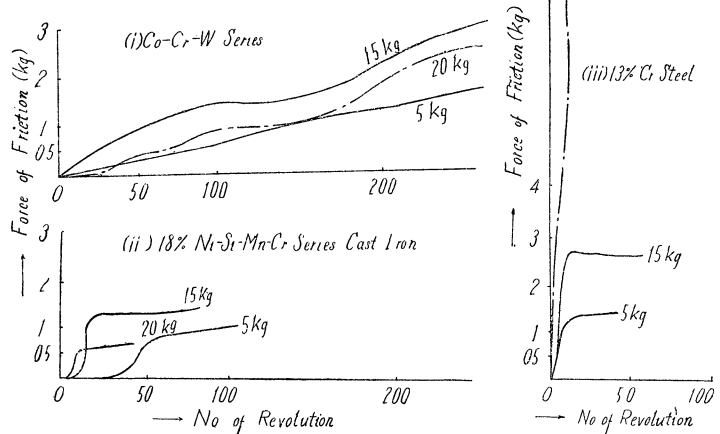


Fig. 1. Relation Between the Force of Friction and No. of Revolution. (Temperature...Room temp. No. of revolution...60/min.)

point は試験開始後早期に現われる。これは圧力大なるときは実際バルブ製品の場合において焼着現象を起す場合, 焼着が早期に惹起することを暗示するものと考えされる。

(b) 摩擦力試験に及ぼす温度の影響 (試験温度……常温 200°, 300°, 400° 及び 480°).

上記3種のシート材料について各圧力下において常温 200°, 300°, 400° 及び 480° の各温度による摩擦力-廻轉数関係曲線は Fig. 2~4 の通りである。

(i) 試験圧力 5kg の場合 Fig. 2. に示す通り Co-Cr-W 系同志の場合には著者等のいわゆる critical point は殆んど現われないが, 18%Ni-Si-Mn-Cr 鑄鉄系同志及び低炭素 13%Cr 鋼系同志の場合には各温度共に明瞭に critical point の発生せるを見る。即ち一般に常温では 200° 上の高

** 岡野バルブ製造株式会社

* 昭和24年4月本会東京大会に発表

(1) 岡野, 堀田, (第1報) 本誌, 13 (1949), No. 5, P. 27.

(2) 岡野, 堀田, (第2報) 本誌, 13 (1949), No. 8, P. 49.

温の場合と比較して該 point の発生する迄の試験片の廻轉数は多い。特に 18%Ni-Si-Mn-Cr 鑄鉄系同志においてこの傾向顯著である。

(ii) 試験圧力の 15kg 場合 Fig. 3 に示す通り Co-Cr-W 系同志の場合には常温 200°, 300°, 400° では critical

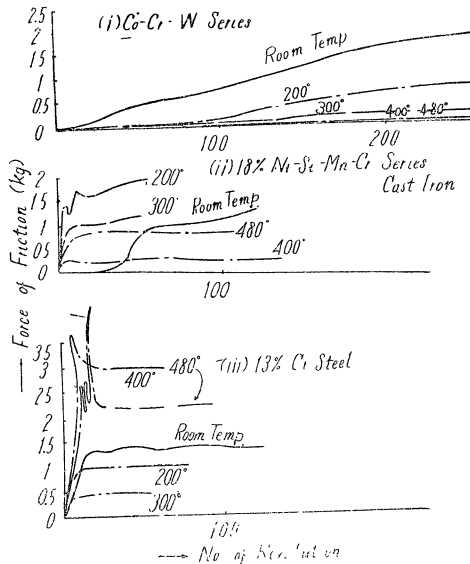


Fig. 2 Relation between the Force of Friction and No. of Revolution. [1] Testing pressure 5kg.

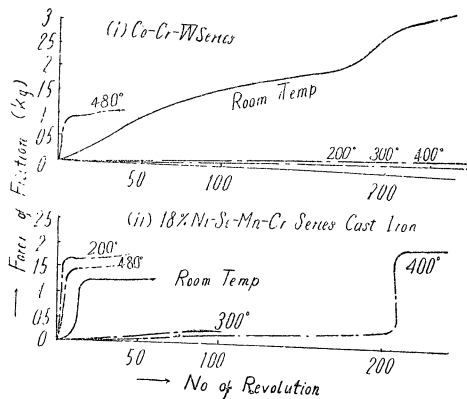


Fig. 3 Relation between the Force of Friction and No. of Revolution. [2] Testing Pressure 15kg.

は現われないうが最高 480° で該 point が現われる。18% Ni-Si-Mn-Cr 鑄鉄系同志の場合には 300° では該 point は現われないうが常温 200°, 400°, 480° では何れもこの point が現われる。低炭素 13%Cr 鋼系同志の場合には各温度共試験開始後間もなく該 point が急激に現われ他の 2 種の材質と曲線の傾向かなり異り温度の上昇に伴い最高摩擦力も極めて大となる。

(iii) 試験圧力 20kg の場合 Fig. 4 に示す通り Co-Cr-W 系同志の場合には 200° 及び 480° のとき critical point が現われこれ迄の廻轉数は 480° の方が大であるが常温 300°, 400° のときはこのいわゆる特異点は殆んど現われないう。18%Ni-Si-Mn-Cr 鑄鉄系同志のときはこの特異点は

各温度共現われ、最高摩擦力は Co-Cr-W 系の場合よりもかなり大である。低炭素 13%Cr 鋼系同志のとき試験温度 480° では試験開始後間もなく該 point が現われしかも最高摩擦力は 3 種の供試材料中高値を示し、常温、200°, 300° 及び 400° の場合はこれより更に高値を示し最高となつている。

(2) 顕微鏡試験並びに磨耗試験

結果に対する考察

上記磨耗試験後の摩擦面を顕微鏡で拡大した状況を観るに圧力の大な

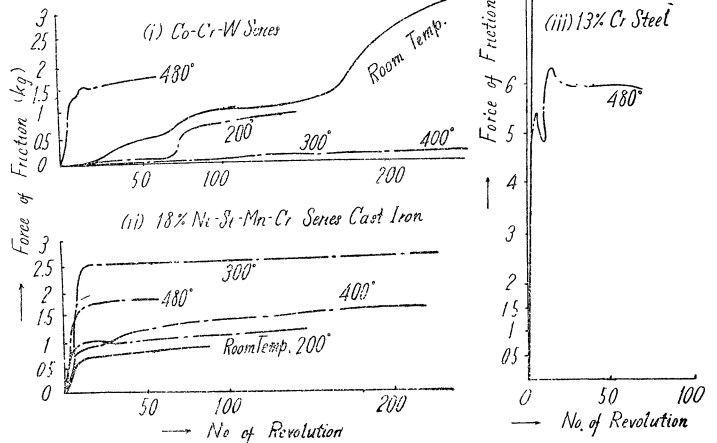


Fig. 4 Relation between the Force of Friction and No. of Revolution. [3] Testing pressure 20kg.

るもの程又温度高きもの程一般に磨耗程度ひどく材質的には 13%Cr 鋼系同志の場合は磨耗ひどく 18%Ni-Si-Mn-Cr 鑄鉄系これに次ぎ Co-Cr-W 系は極めて輕微である。本成績による磨耗状況とバルブ・シート製品の燒着状況とは條件が少し異なるから必ずしも一致するとはいへ得ないが本結果がシート材の燒着現象に関する重要な資料たり得ることを更に一層明瞭に示し得た。抑々金属の燒着現象に関する機構を考察するに金属同志の表面の摩擦し合つて居る摩擦面には原子と原子の摩擦によつて熱を生じこの熱による温度が著しく上昇すると両接触面は遂に燒着を起すに到る主因の一つと考えられる。次に磨耗が金属間の熔融によつて生起することは F. Bowden 及び T. Hughes⁽³⁾ の唱えているところで研磨について研究している。又山本、楠瀬氏等⁽⁴⁾ も金属について温度の上昇により摩擦面に熔着又は熔融の現象を呈することを証明し、熔着又は熔融が磨耗機構の一つなることを述べている。

(3) 氣圧实用試験

口径 150mm の鑄鋼製バルブ製品のシート材として 18% Ni-Si-Mn-Cr 鑄鉄系を嵌込み、これがバルブ・ディスク材として Co-Cr-W 系数の熔接したものを使用し、空氣圧 40

(3) Bowden & Fughes, Nature, 139 (1937).

(4) 山本、楠瀬、金属の磨耗(朝倉著), P. 107~108.

kg/cm² で常温において氣圧実用試験を各 10 回毎、計 100 回迄施行した結果は次の通りである。即ち 10 回毎にバルブを全開し、バルブ・シート面を最初ローソクの焰をもつて感せず試験回数 100° の後バルブ・ボディ下部に溜めた水のある附近にシート押込部より極く僅か泡立を見た程度で摺部の漏洩等の異状はない。シート・ディスク何れも Co-Cr-W 系のものではシートのディスクの摺合部の漏洩の異状なく最も優秀な成績を示した。

(4) 腐蝕試験

バルブ材に流通する流体の耐蝕性を比較調査するため第 2 報⁽²⁾ に引続き Co-Cr-W 系、18%Ni-Si-Mn-Cr 鑄鉄系、低炭素及び高炭素 13%Cr 鋼系並びに 18-8 系不銹鋼等を供試材とし 3%NaCl、1% 及び 20% の H₂SO₄、HCl、HN O₃、40%HCl、96%H₂SO₄ 及び 90%HNO₃ 各溶液について腐蝕累計日数最大 250 日間の腐蝕試験を施行した。腐蝕条件次の通り、

(i) 試験片の寸法……直径 8mm、長さ 20mm。(ii) 試験温度……常温(室温)。(iii) 試験片の状態……静止状態。

本条件で試験した結果は腐蝕日数の少い前回と概ね類似の傾向を示し 20%H₂SO₄ 及び 20%HNO₃ 溶液を除けば Co-Cr-W 系は耐蝕性最も優秀である。18-8 系は 1%、20% 及び 40%HCl に対して耐蝕性極めて不良であるがその他の液に対しては良好である。3%NaCl 溶液に対しては各供試材共一般に耐蝕性良好であるが 40%HCl 溶液に対しては何れも不良にして Co-Cr-W 系を除き他の供試材は腐蝕日数 214 日以内で試料腐蝕のため何れも消滅している。18%Ni-Si-Mn-Cr 鑄鉄系は 1%、20% 及び 90%HNO₃ 溶

液に対しては耐蝕性不良であるがその他の液に対してはかなり良好である。低炭素及び高炭素 13%Cr 鋼系は 1%、20% 及び 90%HNO₃ 溶液と 3%NaCl に対して耐蝕性良好であるが他の液に対しては極めて不良である。

IV. 総 括

上記の試験結果を総括すれば概ね次の通りである。

(1) バルブ・シート材の焼着現象に関する基礎的実験として鈴木式摩耗試験機を使用して摩擦力に及ぼす圧力と温度の影響を摩擦力・廻轉数関係曲線より調査したるに、試験圧力の異なるもの程、又高温のもの程、該曲線の急激に変化するいわゆる特異点は一般に早く現われる。又一般に低炭素 13%Cr 鋼系、18%Ni-Si-Mn-Cr 鑄鉄系及び Co-Cr-W 系の順に該特異点の現われ方が遅い。(2) 本結果と高温摩耗後の摩擦面を顕微鏡で試験した結果とを対照するに圧力の異なるもの程又温度の高いもの程一般に摩耗程度ひどく、又低炭素 13%Cr 鋼系の摩擦状況もひどく 18%Ni-Si-Mn-Cr 鑄鉄系これに次ぎ Co-Cr-W 系は最も軽微であつて本摩擦力試験の結果がシート材料の焼着現象探究上の重要な資料たり得ることを更に一層確証した。(3) 腐蝕日数最大 250 日における各シート材について腐蝕試験を施行しこれが比較検討を加え使用流体に対する耐蝕性を一層明瞭ならしめた。(4) 空氣圧 40kg/cm²、常温でバルブ製品に取付けたシート材の氣圧実用試験を施行した結果一般に Co-Cr-W 系が最も優秀な成績を示した。

終りに臨み本研究は九州大学工学部教授谷村博士の御懇篤な御指導によるものにして深謝を捧げると共に熱心に実験に助力された富永宗太郎君の労を多とする。