

鐵 と 鋼 第十八年 第 拾 號

昭和七年十月二十五日發行

論 說

高 爐 羽 口 に 就 て

(日本鐵鋼協會 第7回講演大會講演)

中 田 義 算

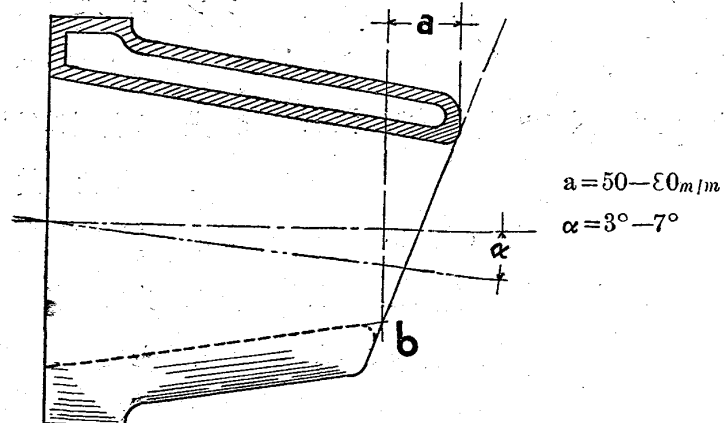
ON BLAST FURNACE TUYÈRE.

Yoshikazu Nakada.

SYNOPSIS:—Every blast furnace man desires to avoid of the break-out from the blast furnace if possible, because it spoils a great deal of furnace conditions and may accompany sometimes dangerous to men. It is a very popular fact that at the tip of an inhaler, owing to a strong flow of steam, there occurs a pretty powerful depression, by which a volume of water in a vessel put-down-ward, can easily be sucked up. A similar phenomenon may occur, too, at the tuyre end in blast as everyman can easily understand. In the latter case, however, instead of water, some highly heated molten materials will be drawn up or from the other point of view, they will attack against a tuyre tip, where a depression occurs, and bring this at last to break.

The stronger the blast, the more mighty the depression, and an impinging action will become more effective. It is able to say therefore that the blast is a powerful destroyer of tuyres.

Naturally almost all part of blast blown in, flows directly upward along its upper lip and not any along the lower part. This upward flow serves to disturb or weaken the depression and to blow about, too, molten materials coming to tuyres, but on the contrary not any at the lower. Thus it will be able to explain why breakouts occur mostly, as every man see, at their lower lips. Intending to avoid the partial up-ward flow of the



blast and disperse it for all directions, the tuyre end is cut on the bias as shown on a sketch. With the new form the lower end being shorter, a flow begins earlier from the point "b" and naturally this flow takes its way somewhat down-ward. An inclination " α " has duty to keep always the direction of the tuyre and the flow, too, down-ward, even such a case that the tuyre will be thrust up by growing up of the breast-wall very possible by heat.

The following comparison tells us how much the improved tuyre gave a good result.

		"a" blast furnace. Kamaishi.	
		Number of break out per month.	production per month.
tuyeres of common form	Jun. 1926.	19 pieces.	5358 tons pig.
	Jul. "	23	5931
	Aug. "	26	5507
	Sep. "	33	4196
	Ave. "	26.5	5186
tuyeres of new form	Oct. "	10	6026
	Nov. "	3	6253
	Dec. "	1	5919
	Jan. 1927.	3	5700
	Ave.	4.3	5673.

On sep. 26th. 1926 all tuyeres were changed with the new forms and after that the breckout has reduced to one-sixth while the production increased to 111.5% having compared with the last four mouths.

目 次

1. 高爐に於ける羽口と漏水
2. 防損上の2,3
3. 吸引力發生の現象
4. 羽口を破るものは風なり
5. 改良羽口
6. 改良羽口實蹟

1. 高爐に於ける羽口と漏水

人が口又は鼻孔にて呼吸して生きる如く、高爐は羽口によりて生きる。従て羽口故障は直に爐の健康を害し生命を脅すに至るもので銑質不良、減少、原價の昂上等あらゆる不良結果を齎らすのである。羽口故障にも色々あるが其中で一番困るのは言ふ迄もなく漏水である。漏水となれば水の爐内侵入による損傷、休風、羽口補償費夫れから夫れへと困ることと損とが續くのである。さて漏水の原因を數へて見る。

- (1) 羽口固有の疵例 令ば巢穴等のある場合
- (2) 使用期間長きに亘り自然磨滅による漏水
- (3) 或原因より来る衝撃乃至熱の急變化により裂ける場合

(4) 熔損 以上の中最多く來り而も防止に困難なのが第4の熔損であるので、本記事は主として熔損に關してのみ記述する。

2. 防損上の2,3

(1) 羽口の地金を選ぶことにつき 1, 2 注意すべき點を述べて見ると、先づ熱の傳導度の良好なるものを選ぶ可きで、次には鑄造し易きもの、熱の急變に耐ゆるもの、成る可く輕きこと、價の廉なるもの等の諸點で鑄鐵の如きは價は易く鑄造も容易なるも重く且つ熱傳導が十分でない、伸銅をプレスして羽口としたものは價が貴く、此の點でアルミニウム羽口を世間に照會した八幡製鐵所の當局には大に敬意を表す可きである。

(2) 檢收 鑄物たる以上内部の砂落しを完全にすべきは言ふ迄もないが、實は之が中々困難である。夫で筆者は羽口内に水を入れ數十分煮沸し又時としては空焼きもして砂落しに成功した、之は砂落しが行はれる許りでなく、空焼き乃

至水で煮ると云ふことは何んもなく鑄物によい影響を與へるやにも考へられるので一般にお勧めする次第である。砂落しを完了した羽口は 50 封度以上の水壓の許に、ハンマー（木製）で打撃して見るがよい、意外なる缺點を發見することがありうる。

(3) 形 製作し易き形、水の循環容易なる形、衝風に對する抵抗少なき形等爐況と關聯して考へ可きものがある。

(4) 冷却水 羽口に冷却水を導き入れる點即ちパイプの取付け點も考慮すべきである、水量は勿論十分で而も石灰分や泥分の混入を避けたいが實際は 1 年も経たぬ間に所謂水垢でパイプが細くなり従て羽口に入る水量の不十分となり或は屑、時としては魚類等のためにパイプが部分的に閉塞し羽口を熔損することもあり得る。

之等の點に十分な注意を拂つても、羽口熔損頻出して困り抜くことがある。筆者も其體驗者の 1 人である。

3. 吸引力發生の現象

ブローパイプ A で α 點を吹き付けると蠟燭の炎は α 點の方向に引き付けられる、強く吹けば吹く程激しく引き付けられる、即ち α 點のマイナス壓が強くなる。

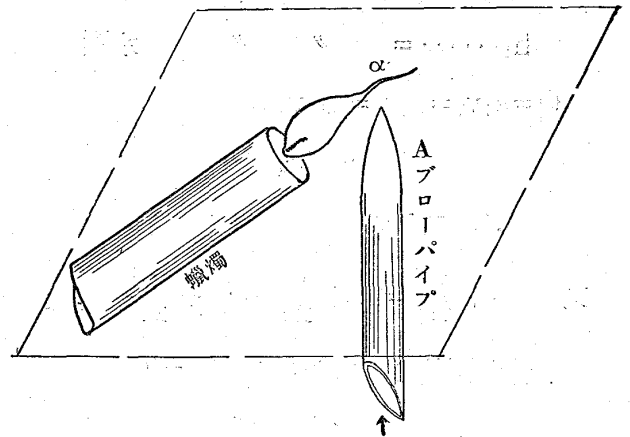
(第 1 圖参照)

此の現象を應用したのが吸入器である(第 2 圖参照)。壓力のあるスチームが尖端から吹き出ると、そこにマイナス壓を生ずる、此の負壓のために器中の藥水が吸上げられる。

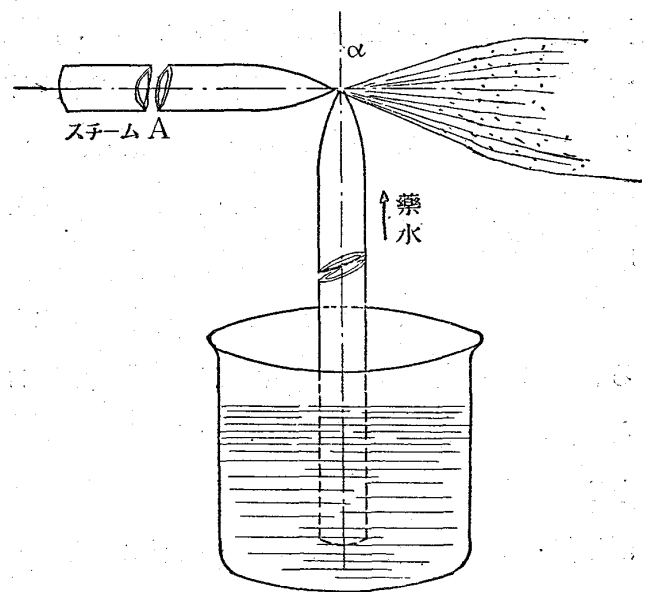
風でも亦水でもよい、第 3 圖の様

なパイプを流過せしむるとせよ。

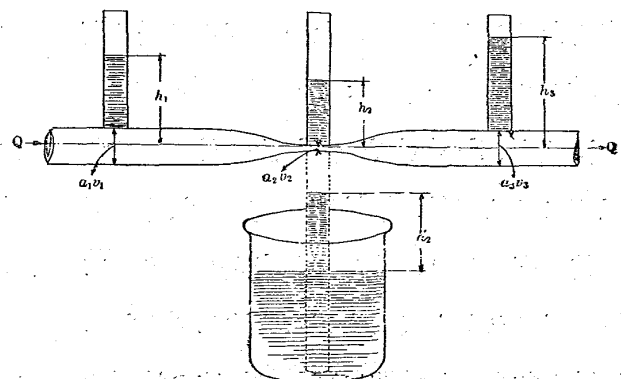
第 1 圖



第 2 圖



第 3 圖



$Q =$ 全流量/單位時間

$a_1 v_1 \dots =$ 各場所に於ける斷面積、流速

$h_1 \dots =$ " " 水壓

$$Q = a_1 v_1 = a_2 v_2 = a_3 v_3$$

$$a_2 < a_3$$

$$\therefore v_2 > v_3$$

$$\text{又 } h_1 + \frac{v_1^2}{2g} = h_2 + \frac{v_2^2}{2g} = h_3 + \frac{v_3^2}{2g}$$

管が開放されておると $h_3 = 0$

$$\therefore h_2 = \frac{v_3^2}{2g} - \frac{v_2^2}{2g}$$

即ち h_2 は負壓となり第 3 圖に於ける h_2 は圖上眞線で示す様に上部には表はれずして、點線で示す様に下方に置かれたる器中の水を吸ひ上げる高さで測られる、此場合 a_2 が小となり、 v_2 が益大となれば従て h_2 が大となり遂に器中の水を吸ひ上げ去ること恰も吸入器の如しである。

羽口は丁度 a_2 の所で切り放つた様な關係にある、故に羽口尖端に負壓を生ずる、此負壓が羽口を破損せしむる主因をなすと云ふが本文の主眼である、尤も爐内に向て末廣形に擴がつた羽口ならば如何との疑問が起るが、假令末廣形にせよ羽口内の v と爐内の v とでは非常な差があり前式

$$h_2 = \frac{v_3^2}{2g} - \frac{v_2^2}{2g}$$

の値が負となることは免かれない、即ち矢張り羽口先に負壓を生ずるのである。

4. 羽口を破るものは風なり

朝顔以下にては高熱の熔銑滓が豪雨の如く猛動しておる其の裡に羽口、冷却函が突入し曝されておるが單に曝されたと云ふ丈けでは溶かされない特に鑛滓孔の如きは長時間に亘りて熔滓の流過を許しておる。熔銑は熔滓よりも甚だ強き熔解力を

有するも其量が少く、且つ軽く接觸する程度では、羽口を犯すに至らない、之を言ひ換へれば風と云ふものを伴はない限り熔損と云ふものは容易に起らないのである、假令ば非常に頻繁に破れる羽口に土を填めて使用を中止するときは同じ様に、或はより多く爐中に突出しておいても破れないのである、斯様に羽口熔損に風が密接な關係を有するは前項に説明せる如く風によりて生ずる羽口尖端の負壓によるので此に於て筆者は敢て言ふ、

羽口を破るものは風なり

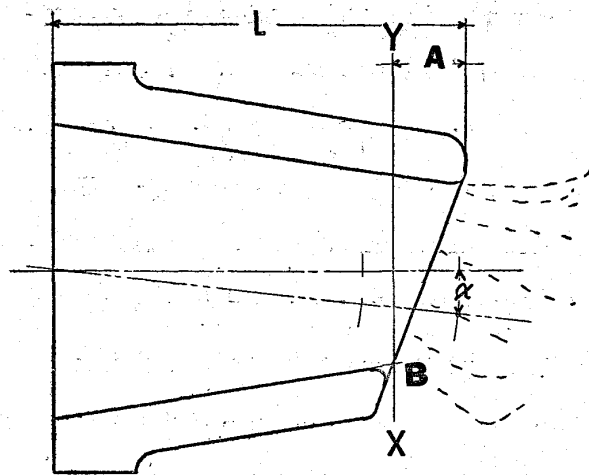
以上の様な次第なる故、羽口の破れるのは殆ど常に羽口尖端で而も下部である。羽口から放出された風はエネルギー最小制限の理法により主として羽口上端に沿つて上方に向ふ、従て上方から流下する熔銑滓粒を吹き拂ふ如く働くし、又尖端に生じた負壓をも打ち壊す様なことになる。然るに下方には此の風の流れないから羽口尖端の立場から言ふと、吸引力許り造られて防禦力の作用が缺ける、夫れ故に羽口附近に澁滞せる熔銑滓が得たり賢しと飛び付き熔損を惹起するのである。

5. 改良羽口

以上述べた如く羽口熔損は衝風による羽口下端に其威を逞うする負壓に主因するのであるから、此の負壓を緩和せしめんと工夫したのが第 4 圖に示す如き形である。

衝風は孰れは爐頂即ち上方に流れ去るのであるが、改良羽口の場合には XY 線で先づ下方に放流する部分を生ずるから、尖端に生ずる負壓乃至は熔銑滓粒の雲集を吹き拂ふ作用に於て従來の羽口に比し、著しき差を生ずる。又上部に突き出したる嘴の如き部分は上部より雨下する熔銑滓を除ける様な役にもなる。爐壁は熱のために膨脹し稍

第 4 圖



もすれば羽口を上向けに押し上げる傾きがある、之は羽口保存上非常に悪いことは言ふ迄もない、斯様に壁が伸びた場合でも常に羽口が下向に姿勢を保つ様に羽口自身に α なる傾斜を附しておく。結果として衝風が従来よりも下向に衝入し湯溜内の作用を一層活潑ならしめ之も亦爐況を良くする一因となる。

改良羽口の主なる寸法は

$$L=300mm, a=50-80mm, \alpha=3^{\circ}-7^{\circ}$$

a を餘り長くしたり α を大きくすると鑄造が困難になり、羽口體結構上弱くなりて a の部に堅割を生じ易くなる。

6. 改良羽口實蹟

羽口破損が頻繁で困り抜いた結果、改良羽口の考案となり大正 15 年 9 月 26 日休風の上全部羽口取替へを行ひたり。

羽口取替前後 4 ケ月間の成績比較

大正 15 年 釜石 A 高爐			
月	1ケ月破損數	1ケ月出銑高	
取替前	6	19ヶ	5358噸
	7	23	5631
	8	26	5507
	9	38	4196
	1ケ月平均	26.5	5186
取替後	10	10	6026
	11	3	6253
	12	1	5913
	1	3	5700
	1ケ月平均	4.3	5973

註、破損數に於て 6 分の 1 に減じ出銑は 11.5% 増加してゐる。

之を年表にして見ると、

年	1ケ月間羽口破損數	1ケ月平均破損數	高	爐	羽口種類
大正 15 年 11 ケ月間	201ヶ	18.3	A	高 爐	普通形
昭和 2 年	29	2.4	"	"	改良形
" 3 年	29	2.4	"	"	"
" 4 年	21	1.3	A 高爐 7 月未吹切 B 高爐 4 月吹入	"	"
" 5 年	29	2.4	B 高 爐	"	"

羽口破損數 9 分の 1 に減少

6 ヶ月以上使用した羽口は自然磨滅により孔径が擴大し、尖端の肉厚が 3 ミリ以下に減つておることが屢ある、斯様な羽口は破れなくとも既に使用に堪へないもの、即ち筆者は羽口壽命を大體 6 ヶ月としておる。言ふ迄もなく羽口が破れて後に取替へるのは、既に手遅れであつて破れない前に新品とすべきであるから休風の都度羽口壽命表から古い方を取替へる様にしておる。

B 高爐に就き羽口取替へと其原因を調べたるに

取替總數	壽命を全ふせるもの	孔徑や長さの變更其他の理由によるもの	熔損
昭和 4 年 4 月吹立以降	8	0	0
昭和 5 年	29	9	0
昭和 6 年上期	26	14	2
計	63	23	2

B 高爐は吹立以來改良羽口のみを使用せるに取替數 63 本の中熔損は僅に 2 本のみである。

A. B の 2 爐は大正 5、6 年の頃、120 噸爐として設計せられ、大正 9 年迄は實蹟一ヶ月 1,400 噸から 1,800 噸であつたが、現在では 9,500 噸から 10,500 噸を出しておるが、茲に至つた原因の一に此羽口改良のことも確に數へられる。

羽口据へ付けに際しノツヅルを下向けに取付け、従て羽口も下向けに仕向ける時は同じ理由により羽口保存上非常に有利であるが、熱のため又熔蝕のため特に休風により伸縮もあることなれば、爐壁は相當に變動するものであるから、爐壁をのみ頼る羽口取付けは好ましくない。矢張り羽口自身に自己を保護する性能を備へた改良羽口を用ゐ、而もノツヅルを下向けにする様にしたい。

備考 此羽口は以前は特許となつておりましたが、今は全く開放されております。論より證據實蹟が示しております。湖江諸賢の御批判と又御試用とを懇望して本文を草した次第であります。