$\tan \beta$ について見れば、巾 70 mm 以外は N が最小値をとり、展延性のあることを示している。巾 30 mm のものについて見れば、 N と W とにはほとんど差がないので、溶接棒の吸湿の影響は巾の小さい試験板では明らかにでないものと思える。次に $\tan \theta$ は大体 $\tan \beta$ と同一傾向を示しており * 印以外は推論の結果と一致する。事後の検討の結果、 $W 150$ 及び $W 30$ に使用した棒は吸湿 4~5 % であったが $W 70$ のものは 2.3 % であり、全く製品と同等であったのでかゝる結果が得られたものと考えられる。

以上の考察から吸湿に対してはやゝ不明瞭であるが、少くとも偏芯の場合には極めて明瞭な傾向の出ることが知られ $\tan \theta$ の有用性が認められる。 $\tan \beta$ も同一傾向ではあるが、たとえば $N 30$ と $W 30$ とのように全く同様な値の出る時においても $\tan \theta$ によれば、それが若干大きい差として求められるので、やはり弾性変形領域を除いた特長が出ており、 $\tan \theta$ の方を採用すべきであろう。

V 吟 味

一応理論的予測の下に実験を行い妥当な結果を得たものであるが、曲げ試験結果に対して溶接条件の揺動が大きく効いてくる場合も考えられる。溶接性に大差のない時には溶接条件に cover されて傾向の不明の場合もあり得るであろう。偏芯に対しては異論はないが吸湿に対しては更に多くの実験結果に俟たねばならないであろう。

なお、実際の曲げ試験の場合、Fig. 5 にも散見されるが、試料のセットの位置いかんにより得られる曲線の形状が、直ちに直線状に上昇する場合（試料が最初から既に押しつ

けてあった場合）、あるいは先づ横に這ってそれから直線状に上昇する場合（試料と Plunger 間に隙間のあった場合）があり、歪一応力曲線から最大荷重、最大荷重、最大変形、或は $\tan \beta$ を求める時に誤差が入りやすい。一方 A 点 (Fig. 1) は極めて明瞭に出るので $\tan \theta$ を求めるのは容易である。厳密な意味で A 点を降伏点とするのは無意味であり、試料の厚さ方向の各部分の変形度はそれぞれ異っている。しかし概観的には A 点において大部分が降伏した状態になっているから、こゝを原点としても何等支障はないであろう。

溶接により最大荷重が激減するようでは問題なく溶接性は不良であると断定されるが、こういう事はほとんどあり得ないと考えられるので $\tan \theta$ のみに注目すれば充分であり最大荷重の変動は余り考える必要はなからう。併し遷移温度を求めるという場合は他の点から着目すべき必要があることになる。

VI 結 言

以上、曲げ試験についてデーターのとり方を種々考察してきたが、少数の試験板により溶接性を判定するには塑性領域における変形に注目することが必要であり、また合理的であると思われる。

なお、曲げ試験については、阪大渡辺博士の多岐にわたる実験があり、Fig. 1 の $\tan \theta$ により溶接性の判定が可能であることの示唆が、既に行なわれているので、これを附記し、博士の示す通りの結果が実験に得られることを追記する次第である。

ガス切断に関する研究 (第2報)*

— 切断現象について —

中 村 虔 一** 中 村 吉 宗**

On the Gas Cutting (Report 2)*

On the Appearance of the Cut and Metallic Iron in the Slag

Kenichi Nakamura** & Yosimune Nakamura**

Abstract

Following on the Report 1, we measured the removed metal per cm^2 of cut surfaces and analysed the slag composition, the results thus obtained are as follows,

- 1) The weight of removed metal and the width of the kerf increased at increased cutting pressures

* 原稿受付 昭和29年 4月

** 正員、工業技術庁機械試験所

Member, The Government Mechanical Laboratory

and showed little difference with increased cutting speed at the same cutting pressure.

2) The slag contained some metallic iron, and the percentage of metallic iron increased with cutting pressure.

3) Irregularity (waviness and roughness) of the cutting surfaces increased with cutting pressure

4) For plates of thickness 40mm under, we deduced an empirical formula about width of kerf $b \leq 2.0d$ (b : width of kerf d : nozzle diameter)

I. 緒 言

第1報¹⁾において可視酸素気流の長さや切断性能の関係について報告した。本報は更に切断による母材の減重量の測定ならびに断滓の分析などから切溝の巾及び燃焼による酸化のため使用された酸素量を算出し、切断現象について検討を行ったので、その結果について述べるものである。

I. 切断現象について

1 実験の目的及びその方法

ガス切断において経済的な作業を行うためには

- 吹管ならびに火口等装置が充分な働きを持つこと
- 高純度酸素の使用
- 長い遅れで切断すること
- 正しい作業条件の採用

など種々なる条件をあげることができる。この項中酸素の純度と切断性能については数多くの文献が提示されており^{2,3)}、また遅れの長さについては限度があり10% T(板厚)位を可としている。火口については筆者も実験を行って報告¹⁾している。正しい作業条件については前報で適当な圧力について一部触れたが、更にこれの裏付けを行うと共に切断巾、酸素の利用効率などの究明を行った。使用した火口は前報において切断性能実験を行ったもので、ストレート火口 (S_1) 及び末広火口 (D_1) 共切断酸素孔径は1.0mmである。更に吹管は2号器の同一のものを使用した。切断鋼板の分析結果は C 0.19, Si 0.15 Mn 0.56 P 0.035 S 0.074 各%であり、酸化面ならびに油などの附着を除くために両面平削仕上を行い、厚さ 18 mm, 巾 70 mm, 切断長さ 200 mm, 重量約 2 kg に工作したものである。切断母材の減重量の測定には感度 40 mmg の精密天秤を使用した。更にその断滓について Fe, FeO, Fe₂O₃ の定量分析を行った。

2 切断材の減重量ならびに断滓の分析結果

A 圧力 4kg/cm² において切断速度を変化した場合の重量

切断圧力を 4 kg/cm² に保って速度を 40 cm/min から 74 cm/min に増加しその間種々なる速度で切断を行い切断面 1cm² 当りの飛散重量を算出した。Fig. 1 は切断速度の変化による減重量の実験結果を示すもので点線 S_1 , D_1 は各火口の遅れの長さである。速度 74 cm/min は S_1 火口の最高切断速度であり、遅れの長さも 10 mm で板厚の

50%以上を示して

いる。使用圧力が一定の場合酸化飛散重量は切断速度によってほとんど変化がない。末広火口はストレート火口に比較して28%少くなっている。

B 切断圧力を増加した場合の減重量

切断圧力を変化した場合前記の実験において減重量が切断速度の変化ならびに遅れの長さによって顕著な影響を受けないことを認めたので 2, 3, 4, 5, 6, 7 kg/cm² の各圧力に対して各火口共 Table 1 に示

Fig. 1 Effect of cutting speed on rate of metal removal at the same cutting pressure

Fig. 2 Effect of cutting pressure on rate of metal removal

Table 1 Cutting Speed at Various Cutting Pressures.

Cutting Pressures kg/cm ²	2	3	4	5	6	7
Cutting Speed cm/min	30	44	54	60	63	64

す速度を採用した。この切断速度は 5 mm に近い遅れを表わす速度である。実験結果は Fig. 2 に示すようにストレート火口の方が圧力上昇と共に飛散重量は増加し末広火口は 3 kg/cm² で 2 kg/cm² よりも少し減じ 6, 7 kg/cm² ではストレート火口と一致している。

C 切 断 巾

同一火口孔径の場合切溝の巾は狭い方が切断効率によい結果を与えることが強調されているので⁴⁾切断による重量の減少量から切断巾の算出を行った。4 kg/cm² の圧力において切断速度を変化した場合の切断巾は Table 2, 圧力を変化した場合の切断巾は Table 3 に示す通りである。切断面単位面積当りの多少はそのまゝ切断の巾を表わすもので算出した数値は Fig. 1, 2 と同様の傾向を示しており、これは Arsmann⁵⁾ が行った実験と一致している。更にシ

Table 2 Width of Kerf at Various Cutting Speed and same Cutting Pressure

Cutting Speed cm/min		40	52	56	60	65	74
Width of kerf	S_1 mm	2.80	2.78	2.71	2.72	2.69	2.39
	D_1 mm	1.90	2.01	2.06	—	1.96	2.26

Table 3 Width of Kerf at Various Cutting Pressures

Cutting Pressure kg/cm ²		2	3	4	5	6	7
Width of kerf	S_1 mm	1.80	2.20	2.64	2.40	2.62	3.10
	D_1 mm	1.91	1.80	2.06	2.29	2.80	2.94

Table 4 Form Factor to Various Cutting Speed

Cutting Speed cm/min		40	52	56	60	65	74
Form Factor	S_1	0.74	0.44	0.42	0.53	0.51	0.52
	D_1	0.48	0.46	0.47	—	0.48	0.46

Table 5 Form Factor at Various Cutting Pressures.

Cutting Pressure cm/min		2	3	4	5	6	7
Farm Factor	S_1	0.51	0.40	0.48	0.47	0.49	0.38
	D_1	0.46	0.43	0.49	0.54	0.44	0.39

ユリーレン写真によって圧力の増加により噴流径が増大することを認めた。これが切断巾の増加に影響しているものと考えられる。

D 切断面の放浪性について

Fig. 3 Effect of cutting speed on maximum height of cutting surfaces **Fig. 4** Effect of cutting pressure on maximum height of cutting surfaces

酸素の純度が悪い場合、圧力が増加する場合、ならびに極端に遅れが長かった場合などに放浪性を呈することが認められている⁶⁾。しかしこれに対し数的に明確な報告は見当たらないので筆者は前記切断巾の測定を行った試験片の断面について粗さ試験機を使用し喰い込計の深さを測定して見た。切断方向に板厚の中心を 20 mm 記録したものでその最大粗さを Fig. 3, 4 に平均粗さと最大粗さから形状係数^{*}を求めた数値を Table 4, 5 に示す。この結果かなも圧力が高くなる程切断面が粗くなることが明瞭に認められ

る。更に厚さ方向にも圧力が高くなる程喰い込計の波を起している。なお切断圧力 4 kg/cm² の場合は厚さ方向の乱れを考慮に入れても切断速度の増加に対して、遅れの長さが板厚の約 3/4 以上になる迄顕著な放浪性を表わさないこと

Fig. 5 Roughness of cutting surfaces $\times 100$
(measured by Yamamoto's roughness tester)
Left : straight nozzle
Right : Divergent nozzle
cutting pressure, a: 2kg/cm², b: 3kg/cm², c: 4kg/cm²
d: 5kg/cm², e: 6kg/cm², f: 7kg/cm²

がわかった。Fig. 5 はその記録の一部で圧力の増加による粗さの変化を示すものである。

$$* \text{形状係数 } k = \frac{d}{H} - h + : \text{平均粗さ } H : \text{最大粗さ}$$

E 断滓の分析結果

切断によって落下した断滓について酸化されずに吹落されている Fe, ならびに死焼による酸化鉄 FeO, Fe₂O₃ の含有率を見出した。断滓は前記重量減少実験のもので下側に落下したものを集めて、これを全部粉碎し明らかに金属鉄と認められる塊を分離して金属鉄の一部とし、残りをよく磨碎して分析を行った。金属鉄の小粒の混入のため分析試料の不均一は免れないが試料誤差の範囲と見做して差支えない程度である。切断時における酸化は次のような順で酸化が進行するものと考えられる。従って Fe₃O₄ の形の

酸化鉄も当然存在するわけであるが、これは FeO , Fe_2O_3 の二つに分析の際分離して表われるので

その量を知ることは困難である。別に切断落下の際空気中の酸素によって酸化されることも考えられる。分析結果は以上のような条件に影響されるから実際供給した酸素の使用量を的確に算出することは困難であるが酸化のために使用された酸素量、ならびに鉄単体として吹落されている量などについてその傾向を知ることはできた。分析結果は Fig. 6 に切断圧力 4 kg/cm^2 において切断速度を変えた場合、Fig. 7 に圧力を増加した場合の Fe , FeO , Fe_2O_3

Fig. 6 Percentage of metallic iron and oxide in the slag at various cutting speeds

Fig. 7 Percentage of metallic iron and oxide in the slag at various cutting pressure

Fig. 8 Relation between oxygen consumption by oxidation per unit area and cutting speeds

速度を変化した結果は与えた酸素量（火口から噴出する酸素消費量）と酸化のために使用された酸素量の比、すなわち酸素の利用効率は切断速度が上昇する程大きくなり、ストレート火口の場合速度 74 cm/min において一致してい

各の含有率を示す。

圧力一定の場合切断速度を増加しても酸化鉄含有率に大きな変化は認められない。切断圧力を変化させた場合は Fe_2O_3 が圧力増加と共に減少し逆に Fe 量が増加している。いずれの場合も断屑中に $60 \sim 70\%$ の FeO を含んでいる。

F. 酸化のために使われた酸素量
酸化飛散による減

重量と断屑の分析による含有率から FeO , Fe_2O_3 の量を算出し、更に分子量からこの酸化のために使われた O_2 の量を算出した。Fig. 8 及び Fig. 9 がそれぞれ切断速度を上昇した場合ならびに圧力を増加した場合の酸化鉄を作るに要した酸素量である。切断速

Fig. 9 Relation between oxygen consumption by oxidation per unit area and cutting pressures

Fig. 10 Relation between oxygen consumption by oxidation per unit weight and cutting speed

Fig. 11 Relation between oxygen consumption by oxidation per unit weight and cutting pressure

が望しいわけである。圧力を変えて実験した場合は圧力と共に化合酸素量も上昇するが利用効率は圧力が高い程小さくなっている。更に単位減重量に対して酸化のために使われた酸素量を算出して見ると Fig. 10, 11 のように 5 kg/cm^2 迄はストレート火口に比較して末広火口は多くなっている。すなわち酸素ガス切断の原理である酸化の進行がより速かであることを裏付けている。更に Fig. 8, 9 に示すように全体の酸化量は末広火口の方が少ない。この差は酸化鉄あるいは金属鉄を吹落すために利用され末広火口の切断性能を向上させるために役立っていると考えられる。

Ⅲ. 結 言

切断による減重量ならびに切断巾、分析結果から次のようなことが考察される。切断巾が圧力と共に増加することは切断酸素噴流径が増加し更に高圧力の場合は乱れを起すことによるものと考えられる。末広火口はその設計圧力すなわち 4 kg/cm^2 ではストレート火口よりも切断巾が狭

る。すなわち与えた酸素量が全部酸化のために使用されている。先にも記したようにこのストレート火口の切断速度は最大速度でこれ以上になること切断不能になる。従って与えた酸素量が全部酸化のために消費される迄切断を上昇し得ることがわかる。末広火口の方が酸化のために消費された酸素量が少ないことは前記飛散減重量が少ないことによるもので、更に最高切断速度を上げることができることを意味する。火口が異なる場合、切断巾を考慮に入れないで利用効率のみで切断性能を決定することはできない。従ってできるだけ小さい切断巾でしかも利用効率が大であること

い。しかし 2 kg/cm^2 ではストレート火口より大きく、 6.7 kg/cm^2 では同数の値を示している。これは過小過大膨脹の影響による乱れを裏書きしており、このような切断巾の変化は特に精度を要求される切断には考慮する必要がある。切断面の放浪性ならびに喰い込みの深さは圧力が高くなるほど表われる傾向が強い。これは断葺の分析によって吹落される金属鉄の量が圧力と共に増加していることに原因しているものとも考えられる。切断性能を向上させ更に美しい切断面を得るためには酸素噴流を乱さないような条件（火口の形状、使用切断圧力、予熱炎の形状）を選び切断板厚 40 mm 以下の場合は切断巾 $b=2.0d$ （但し d は火口孔径）以下になるような切断を行うべきである。（Table 3 及び Fig. 4 参照）。最後に断葺の分析を行って下さった清野浦子技官に深甚の謝意を表わします。

文 献

- 1) 中村虎一, 中村吉宗, ガス切断に関する研究 (第 1 報) 熔接学会誌 4, 1952.
- 2) A. W. S Welding Hand book 1952 p. 523.
- 3) J. J Crowe and G. L. Walker "Economics oxygen in Cutting High purity oxygen in Cutting" The Welding journal, March 1952.
- 4) J. J Crow "Divergt nozzle Tips for Economical oxygen Cutting" The Welding journal, Jannary 1942.
- 5) Assmann H. Autog. Metallb., 24, 1931.
- 6) 天雲浩, 木村一郎, "遅れを基礎とした経済的ガス切断条件" 熔接学会誌 2, 1952.
- 7) "Oxygen Cutting of steel" the welding journal May, 1940.

酸素アセチレン焰に関する研究* (第 2 報)

—酸素アセチレン焰の混合比におよぼす火口温度の影響—

大 西 巖** 水 野 政 夫** 堀 井 潤 一 郎*** 太 田 順 治****

Studies on the Properties of the Oxy-Acetylene Flame* (Report 2)

—Effect of the Tip Temperature for Gas Ratio of Oxy-Acetylene Flame—

By I. Onishi,** M. Mizuno,** Z. Tsuboi, ** Z. Ota,

Abstract

In the previous report, authors confirmed the upper limit of the tip temperaure. In this report, the effect of tip temperature for gas ratio of oxy-acetylene flame was determined.

The gas ratio $\text{O}_2/\text{C}_2\text{H}_2$ was calculated from gas pressures and consumptions on Type III (see Table 1 in Report 1).

The test results showed that;

- (a) Gas ratio was increased accoding to temperature rise.
- (d) Gas ratio in the so called "Neutral Flame" had to be shown that's $\text{O}_2/\text{C}_2\text{H}_2$ to the conditions which have been used.
- (c) The more oxygen and acetylene pressure rose, the more there were few effects of tip temperature for gas ratio, when suitable volume of acetylene was supplied to tip.

* 原稿受付 昭和29年3月 (熔接学会昭和29年度春季学術講演会において発表)

** 正員, 大阪大学工学部, Member, Faculty of Engineering, Osaka University.

*** 正員, 川崎製鉄, Member, Kawasaki Iron Work Co. Ltd.

**** 正員, 藤永田造船, Member, Fujinagata Ship. Yard Co. Ltd.

I. 緒 言

特殊吹管を除き熔接中火口温度の上昇は避けられず、前報においては 300°C 迄温度が上昇する事を知り得た。依て引き続きこの温度上昇が混合比にいかなる影響を及ぼすかに就いて実験を行つてみた。

吹管の良否は焰の強弱、長さ、形状、混合比その他実験