電極接續部の強度に關する一考察

東海電極製造K K名古屋工場 三 谷 義 男

On the Breaking Strength of Electrode Joining Part

Yoshio Mitani

Nagoya Factory of the Tokai Electrode Mfg. Co., Ltd.

The breaking strength of nipple, which is loosely connected with neighbouring electrodes and exposes a gap between their contact surfaces, for bending load, denotes low value, between 50~60 per-cent, as compared with tight joining state, and it easily break down.

On the other hand, its observed that the transverse strength of nipple, calculated as a column having equal size with its core diameter, indicates half magnitude of its test-piece strength.

These experimental results suggest that attentive treatments are necessary, expressly for small size electrodes, against anomalous shocks by crumbling of scraps or careless operations.

1. 緒 言

電気爐に於て電極を實際に使用する時、スクラップの崩れ、不注意による突當て等の外力によりニップルが折損することが屢々見受けられる。この場合電極の接續が完全に行なわれ、母體端面がよく締付られていればこの外力によるモーメントは母體端面でも支えられ折損しないですむ場合でもニップルねぢが弛み母體端面に隙があればこのモーメントは全部ニップルのみにかかり容易に折れることになる。この點に關し常溫で比較實測した結果同時に抗折力及び見掛比重の關係について最後に電極接續部のゆるみ止めの問題に關し簡単に述べる。

2. 外力の曲げモーメント及び抗折力の比較

實驗に供した電極及びニップルは全部當社の人造黒鉛電極で、3", 6" 及び 8" 用ニップルに就ては第1圖(A)の方法、12" 用ニップルに就ては、(B)の方法で、母體端面を良く締付けて接續した場合とニップルが弛み隙のある場合に就いて外力を加えニップルの折損時の曲げモーメントMを實測した。

次にニップル本體抗折力をニップルの谷徑と同じ圓柱を曲げ折るものとして次式により求める。

$$M = St' \frac{\pi}{32} d^3$$

ただし M 外力の曲げモーメント

第 1 圖 (A) $M = Wl + W_0 l_0$

第 2 圖 (B) $M = Wl - W_0 l_0$

St' 本體抗折力

d ニップルの谷径

試片抗折力は本體抗折力試験後折れたニップルの中心より軸方向に 200 mm ϕ $\times$ 100 mm (3" 用

は 50 mm) 試片を切出し、300 kg テムスラー試験機で常法により測定した。

これらの結果を取纏めれば次の第 1 表の通りである。

第 1 表 外力の曲げモーメント比及抗折力比 (平均)

	隙 有 る 場 合			左 の 試 片		本 體 力	締 付 け た 場 合		モーメント比
	見掛比重	曲 げ モーメント	本 體 抗 折 力	見掛比重	抗 折 力	試 片 抗 折 力	見掛比重	曲 げ モーメント	隙 有 る 場 合 締 付 け た 場 合
		kg-cm	kg/cm ²		kg/cm ²			kg-cm	
3" 用	1.64(12)	568(12)	149(12)	1.65(12)	276(12)	0.54	1.65(3)	1,577(6)	0.36
6" 用	1.58(5)	5,867(5)	110(5)	—	—	—	1.57(5)	11,304(5)	0.52
	1.55(3)	—	98.1(3)	1.56(3)	180(3)	0.55	—	—	—
8" 用	1.62(3)	9,440(3)	63.3(3)	—	—	—	1.62(3)	16,360(3)	0.58
	1.62(7)	13,530(7)	93.0(7)	1.61(7)	158(7)	0.60	—	—	—
12" 用	1.61(2)	47,770(2)	76.6(2)	1.62(4)	170(4)	0.48	1.61(2)	63,135(2)	0.76
平 均						0.54			0.56

備考、活弧は測定個數

第 1 表より判る様に、隙ある場合と固く締付けた場合のニップル折損時の外力の曲げモーメント比が細物で小さく太物で大である。この點に關しては今少し數多くの實驗をし検討を加えなければならぬが、一應次のことが考えられる。すなわち太物が細物に比し

a) 締付けトルク不足で締付け不十分のため折損時の外力のモーメントが十分なトルクで締付けた時より小になつた。

b) ニップルの谷径に於ける斷面積が電極の斷面積に比し大きい。12" 用 32.4%, 8" 用 31.9%, 6" 用 28.4% であるが 3" 用では 19.8% である。

ニップルの谷の斷面積が電極斷面積の 30% 位のものならば弛んで隙間ある場合は、端面壓力が適當な値 (3 kg/cm²) になる様固く締付けた場合の約 50~60% で折損する。3" 用の如く、比の小なるものが弛んでいれば半分より小なる外力の曲げモーメントで折れる。

次に本體抗折力を前述の方法で求めれば試片抗折力の約半分になることが分る。このことは接續部が弛んで隙ある場合折損する外力の曲げモーメントを圓梁の式 $[M = St'(\pi/32)d^3]$ で計算する時抗折力 St' は試片抗折力 St の約半分の値を以て計算せねばならぬことを示す。本體抗折力が小さ

く出ること、ニップルの切斷箇所が全部ニップルのねちの端になつてゐることからも、ねち部が應力集中を受けるためと考えられる。

上述の如くサイズにより多少の相違はあるが極く大略にはニップルを折損する曲げモーメントに就ては次式が成立すると見做し得る。

ニップルねちの弛んでいる場合

$$M = 0.5 \times St \pi / 32 d^3 \approx 0.05 St d^3$$

ニップルねちを固く締付けた場合

$$M = 2 \times 0.5 St \pi / 32 d^3 = 0.1 St d^3$$

St = 150 kg/cm² として、電極直径に對しニップルの折損する曲げモーメントを代表的なものに就き概算すると第 2 表の如くなる。

第 2 表 ニップルを折損する曲げモーメント概算

寸 法	3"	6"	8"	10"	12"	14"	16"
條 件							
弛んでいる場合 m-kg	3	41	110	210	390	650	950
締付けられている 場 合	6	82	220	420	780	1300	1900

抗折力は温度が高くなるに従いやゝ大になる點に就ては已に 2, 3 の研究により明らかであり、又試片抗折力を 150 kg/cm² として計算したが實際に於ては細物はこの 2 倍位の値をとる。然し何れにしても細物では小さい外力の曲げモーメントで折損の危険がある。

3. 見掛比重と抗折力の關係

兩者の關係に就ては已に研究があり、見掛比重大なるものが抗折力大になつてゐるが、本實驗に用いたニップルについても寸法と重量より見掛比重を算出し比較的測定数の多い 3" 用及び 8" 用ニップルで以て兩者の相關々係を調べた。抗折力は材料内部にある弱點の大小や位置により例外もあり、又同サイズのものでも製造時を異にするため、3" 用ニップルの試片見掛比重と抗折力の間に 10% の有意水準で、相關々係が出たのみである。然し同サイズに就てはやはり見掛比重大なるニップル程抗折力は大の傾向がある。

4. 接續部ゆるみ止め

以上の實驗より明らかな様にニップルの折損事故はニップル自身の材質の良否にも依るが、接續部ねちの精度不良或いは締付けトルク不十分のため接續部が弛んだ時には固く締付けられている場合に比し約 50~60% の外力の曲げモーメントで折損する故十分注意せねばならぬ。尚ゆるみは折損ばかりでなく龜裂を生じたり 酸化焼損を起す。ゆるみ止めにはバントレンチ、チェーンレンチ等がよく締付けることが行なわれているが、12" 以上の太物電極になると締付けトルク不足 (14" で端面壓力が 3 kg/cm^2 になる様にするには 165 kg-m 必要) で特殊の締め金具を用いる方法、場合によつては、接續部にピンを挿入する方法が有効である。

a) 特殊の締め金具を用いる方法

第 2 圖の様に金具を用い、ハンマーにて楔を打

第 2 圖 金具を用いる法

ち込み 2 ポンド位のハンマーにて締めます。この方法は某工場で實施されているがゆるむことは全くない。

b) ピンを挿入する方法

この方法はレンチ等で締付けた後ニップル接續部に孔を穿ち約 1/2" の人造異鉛ピンを打込む法で第 3 圖の如くする。この方法は某工場で實

第 3 圖 ピンを用いる法

施したところ、接續部間隙の發生なく原單位に於て出鋼 t 當り約 7% 減少した。

5. 結 論

以上要約するに、

a) 締付け悪くゆるんで接續部に隙間を生じた場合には固く接續されている場合の約 50~60% の外力の曲げモーメントで折損する故、十分のトルクで締付けを完全に行う。

b) ニップルの試片抗折力の値から折損時の外力の曲げモーメントを圓梁の式で計算推定することは出来ない。この場合試片抗折力の約半分の値を抗折力値として計算せねばならぬ。

c) 見掛比重大なるニップルがやはり抗折力は大の傾向がある。

d) 細物 (3" 等) はよく締付けられていても小さい外力の曲げモーメントで折損の危険があるから注意を要する。太物 12" 以上では締付けトルク不足でゆるみ易いから特殊金具等を用い十分固く締付ける。場合によつては接續部にピンを挿入ゆるみを防止する。

最後に御指導を賜つた当社野間口光雄氏及び本實驗に御協力下さつた工場検査係の諸氏に深謝すると共に、野間口、山口兩氏の社内研究報告を引用させて戴いたことを厚く御禮申し上げます。