- (11) 荒木, 有川 “電弧熔着金属に含有される酸化物及び水素について” 鐵鋼協会講演会 昭和25年4月大会
 (12) Stern “Gas Evolution from Weld Metal Deposits” Welding Journal Vol 28, No. 9 p. 405s-413s (1949)

- (13) Van den Blink “Influence of Water-Content of Electrode Coating on the Hydrogen Content of Weld Metal” Ibid. Vol. 26. No. 7 p. 369s-370s (1947)
 (14) Chipman T.A.S.M. 22. p. 385. (1934)

電弧熔接棒固着剤に關する研究(第1報)*

鯉 淵 正 夫**

Research on the Binder of Arc Welding Electrode *

By M. Koibuchi**

Abstract

1. Borax-alkali binder is classified in Borax- NaHCO_3 , Borax- NaOH , and Borax- KOH .
2. Borax-alkali binder used as welding flux, of which the proportion is such that addition of 40CC. water gives proper coating, develops best binding action, when about 2 g. of NaOH is added to the oversaturated solution of borax; namely, when NaOH concentration is around 1.25N, or KOH concentration is around 1.16-1.25N.
3. Depending on the kinds and proportions of welding flux, the binder proves most effective, with NaOH addition of less than 2g., when added water is less than 40C.C., or when the solution is saturated for borax.
4. The principle of binding is the same either with borax- NaOH or with borax- NaHCO_3 . As NaOH volume in the solution of the latter is very small as compared with the former, it can be assumed that this difference in NaOH volume is balanced by hydrolysis of NaHCO_3 which takes place to compensate the loss of NaOH required for crystalization and precipitation of dissolved borax.

1. 緒 言

被覆電弧熔接棒は各種の化合物を固着剤により強固に心線に塗布せしめたものである。しかしその固着剤の品質、量比並に種類により熔接性並に熔着金属に著しい影響を及ぼすものであるが、未だこの種に關する研究は見られない。よつて筆者はこれ等に関する総合的研究に着手することにした。本報告はその一報として過去十数年に亘り、使用されている硼砂系被覆棒の固着原理についての研究結果を報告することにする。

硼砂系固着剤は瑞典の Kjellberg 技師の着想によるものといわれ、今日最も多く用いられている水ガラス固着剤の如く、熔剤に添加前に既に固着剤としての性質を具備しているものとは異なり水と攪拌中に生ずる化学作用により生ずるものである。

従つて、その固着剤を用いた被覆剤は水ガラス固

着剤を用いたものより、その攪拌條件、乾燥條件等により、その製品の品質に著しく大なる影響を與えるので、これが、この固着剤による被覆棒製作の困難なる理由と考えられている。

なおこの固着剤はそれ自体に多くの結晶水を含出し乾燥後においても、吸濕性に富むこと等の理由により戦後は著しくこの種の被覆剤は用いられなくなつた。しかし非鐵金属用の被覆棒に対しては水ガラス固着剤を用いられないことが多いので水ガラス以外の固着剤が重要な役割をなすものである。

さて被覆熔接棒固着剤を、その成分及び機能より分類すれば、第1表及び第2表の如く大別することができる。

* 原稿受付 昭和25年11月

** 正員 東京鐵道教習所 Member, Tokyo Railway Training Institute.

第 1 表の無機質固着剤の A 及び B (第 2 表の C、D) は硼砂系被覆剤の固着の主体をなすもので、その固着成分と他の熔剤との割合は一般に第 3 表の如きものである。

第 3 表における A 及び B 配合は両者共に従来硼砂

第 1 表

固着剤の種類	符号	固着剤の成分よりの類別
無機質固着剤	A	硼砂—アルカリ系
	B	石灰—アルカリ系
	C	水 ガ ラ ス 系
有機質固着剤	D	アラビアゴム、デキストリン等

第 2 表

固着剤の種類	符 号	固 着 剤 の 主 要 成 分	固 着 剤 の 応 用 範 囲	
			軟鋼熔接棒に対して	非鉄金属熔接棒に対して
使用前に固着剤としての機能を有するもの	A	水 ガ ラ ス	固着力強く適当	化学反応を生ずる熔剤が多いので稍不適当
	B	アラビアゴム、デキストリン等	固着力弱く不適当	化学反応を生じない。但し固着力は弱い
使用前に固着剤としての機能を有しないもの	C	硼砂—アルカリ	固着力稍強く適当	化学反応は生じないので適当す
	D	石灰—アルカリ	固着力強く、適当	化学反応なく、固着力も強いので適当す

第 3 表

		硼 砂	重 曹	消石灰	黄血塩	木 炭	二酸化マンガン	炭酸石灰	硅 砂
A	硼砂—アルカリ系	24	13	—	5	10	20	20	8
B	石灰—アルカリ系	20	13	8	—	10	20	20	9

2. 熔剤の水溶液中に於ける変化について

硼砂、アルカリ系の固着剤を主体とした被覆剤（以下單に硼砂—アルカリ固着剤）に用いられている硼砂、及び重曹は水と混和し、攪拌することにより

それぞれ次の如く加水分解する。

かくして生じた NaOH は解離度大きく、OH⁻イオン大であるに反して H₃BO₃ 及び H₂CO₃ の解離

度は少で H⁺ イオン小なる弱酸であるから、これ等の塩の水溶液はそれぞれ弱アルカリ性となる。但し黄血塩は中性である。

今第 4 表左欄に示す配合被覆剤 100g に添加する水の量は平均して約 40c.c であるから、この容積の水に溶解又は不溶解の化合物の重量を（共通イオンの影響を考えな

第 4 表

配 合 成 分	量 比 (%)	40c.c の水(20°C)に対する左記化合物の溶解量	左記化合物の不溶解量(g)	備 考
硼 砂 $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	24	3.8 g	20.2	飽 和 液
黄 血 塩 $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	5	5.0 ♪	—	不飽和液
重 曹 NaHCO_3	13	3.8 ♪	9.2	飽 和 液
二酸化マンガン MnO_2	20	0.0 ♪	20.0	
木 炭 C	10	0.0 ♪	10.0	
硅 砂 SiO_2	8	0.0 ♪	8.0	
炭酸石灰 CaCO_3	20	0.0 ♪	20.0	
合 計	100	12.6 ♪	87.4	

い) 第5表に示す溶解度より算出すれば夫々第4表の右欄に示す如くである。この表により硼砂-アルカリ系被覆棒製作において、これ等の溶剤に水を添加する場合、その水溶液は硼砂重曹に対して飽和溶液であるが、黄血塩に対しては不飽和溶液であることが解る。従つて被覆剤全体の12.6%が水に溶解することが明かである。

3. 攪拌中に於ける溶剤の変化について

硼砂-アルカリ系被覆棒において特筆すべきことは、その攪拌により生ずる OH^- イオンのため、配合被覆剤中に於ける硼砂の溶解度変化である。今 OH^- イオンとして NaOH 又は KOH を添加した場合、硼砂の溶解度の変化する状態を次の如き実験により調査した。

第 5 表

化 合 物	100c.cの水に対する溶解量(g)			
	0°C	15°C	20°C	25°C
NaHCO_3	6.9	8.0	9.6	11.2
NaOH	62.3	65.0	70.2	75.8
$\text{K Fe(CN)}_5 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	14.5	22.2	24.8	27.2
$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	6.8	8.5	9.6	10.3

すなわち第6表A.B.に示す如く一定量の水に一定量の硼砂を加えこれに、それぞれ異なる重量の NaOH 又は KOH を添加し、常温(25°C)に於て攪拌後その不溶解の硼砂の重量を測定することにした。但し、 NaOH 及び KOH は甚しく潮解性に富むため秤量中において重量の変化を生じ正確なる量を得ることができないため40c.cの水量に対してそ

れぞれ NaOH , KOH が0.1g, 0.2gとなる如き濃度の溶液を作つておき、之に $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ を添加することにした。この結果溶解した硼砂の量は第6表の如くでこれを図示すれば第1図の如くなる。これにより水に対する硼砂の溶解量は NaOH 又は KOH の添加により著しく増加することが明かである。

第 1 図

さて第1図において40c.cの水溶液中に溶解せしめた同一量のアルカリにおいて NaOH より KOH を添加した場合の方が硼砂の溶解度が小なることが解る。この理由を説明するには、先づアルカリ添加により硼砂の溶解量が増加する理由について説明しなくてはならない。

先づ硼砂は水中において(1)式の如く加水分解し、かくして生成した化合物との間に平衡状態となる。

しかして外部よりアルカリを添加すれば、これにより H_3BO_3 は中和消失し、平衡は破れるから、その平衡を保つため硼砂の加水分解は更に進行し、硼

第 6 表 (A)

混 合 水 溶 液	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}(\text{g})$	24	24	24	24	24	24	24
	水 (c.c)	40	40	40	40	40	40	40
	NaOH (g)	0	0.18	0.36	0.54	0.90	1.26	1.80
上記の水溶液に溶解した硼砂の量 (g)		3.30	3.55	3.71	3.85	4.22	4.75	5.50

第 6 表 (B)

混 合 水 溶 液	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}(\text{g})$	24	24	24	24	24	24	24
	水 (c.c)	40	40	40	40	40	40	40
	KOH (g)	0	0.12	0.39	0.57	0.95	1.21	1.85
上記の水溶液に溶解した硼砂の量 (g)		3.21	3.50	3.62	3.68	3.81	4.23	4.75

砂は更に溶解することになる。

今説明した(1)式において生成した 1g 分子の硼酸を中和するには(3)式に示す如く 1g 分子の NaOH を必要とする。又これと同じく 1g 分子の硼酸を中和するには(4)式の如く 1g 分子の KOH が必要になる。

従つて 40c.c の水に 1g の NaOH 又は KOH をそれぞれ溶解した溶液の濃度は NaOH の 1g 分子を 40g. KOH の 1g 分子を 56g とすればそれぞれ $\frac{1000}{40} \times \frac{1}{40}(\text{N})$ および $\frac{1000}{40} \times \frac{1}{56}(\text{N})$ の濃度となる。

すなわち 40c.c 中に 1g の NaOH 又は KOH をそれぞれ溶解した濃度を規定溶液(N)に換算すれば NaOH より KOH の方が濃度は小となる。従つて硼砂の溶解度は KOH における方が小となる理由が明となる。

以上の実験により第4表に示す配合における硼砂は、これと同時に配合する NaHCO₃ による「アルカリ」のため第5表に示す硼砂単独における溶解度より増加すべきことが考えられる。これを調査するため、先づ第4表の配合に水を添加した場合のアルカリ度を次の如き実験により求めることにした。今第4表の如き被覆配合量 100g に対して添加する水の量を 40c.c とすれば MnO₂, CaCO₃, SiO₂ および C はそれぞれ水に不溶性であり、黄血塩は中性であるから、この配合量 100g を水と攪拌した場合の濃度は配合量中 100g における Na₂B₄O₇·10H₂O および NaHCO₃ なる二成分の合計量を 40c.c の水に溶解せしめたもの、即ち第7表bに示す配合の濃度と考えられる。よつて第7表bの配合により生ずる溶液のアルカリ度を比色法及び中和法により測定した結果水 40c.c 中における NaOH の量は夫々 0.58g および 2.50g となつた。このアルカリ度は結局第4表の配合溶液のアルカリ量を示すことになる。

次に第7表aの如く硼砂のみを水に添加し、攪拌することにより生ずる溶液のアルカリ量(NaOH)を比色法及び中和法により求めればそれぞれ 0.21g および 0.42g となる。この結果より第7表bの如く硼砂に NaHCO₃ を更に溶解せしめることにより増加した比色法によるアルカリ量(NaOH)は 0.58g - 0.21g = 0.37g となり、中和法による「アルカリ」増

加は 2.50 - 0.42 = 2.08g となることが解る。

第 7 表 a

成 分	量 比
Na ₂ B ₄ O ₇ · 10H ₂ O (g)	24
水 (c.c)	40

第 7 表 b

成 分	量 比
Na ₂ B ₄ O ₇ · 10H ₂ O (g)	24
NaHCO ₃ (g)	13
水 (c.c)	40

第 8 表

成 分	量 比
NaHCO ₃ (g)	13
K ₄ Fe(CN) ₆ · 3H ₂ O (g)	5
水 (c.c)	40

よつて比色法により得た NaHCO₃ 水溶液における 0.37g のアルカリ(NaOH)により第4表の硼砂の溶解度を第1図の結果より求めれば約 3.75g であることが推定される。従つて第1表における硼砂の溶解度増加はこの値と NaOH を添加しないときの硼砂の溶解量(3.3g)との差即ち 3.75 - 3.30 = 0.45g の量であることが明かとなつた。

第1表の配合における硼砂の溶解度増加率は僅かなものであるが、第1表の溶剤攪拌中の変化としては特筆すべきものと考えられる。

4. 固着の理論

硼砂—アルカリ系被覆棒の攪拌中における化学変化は前述の如くである。然してこの被覆剤を心線に塗布し、大氣中にて乾燥すれば固着現象を生ずる。

この原因に対して考察するに第1表において添加する硼砂が、その固着の主体になるのではないかと云ふことである。

よつて硼砂と OH イオンとの関係が固着に対していかなる影響を與えるかを調査するために OH⁻ イオンとして NaHCO₃ の代りに NaOH を選定し第9表の如き同一配合の被覆剤に NaOH を種々変化して加え、そのおのおのの被覆剤を同一条件において心線に塗布し、大氣中にて乾燥後その固着状態を調査した。この結果 No.1 においては固着作用は全く

第 9 表

	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8
Na ₂ B O ₇ ·10H ₂ O (g)	24	24	24	24	24	24	24	24
NaOH (g)	0	0.2	0.4	0.5	1.0	2.0	3.0	4.0
MnO ₂ (g)	30	30	30	30	30	30	30	30
CaCO ₃ (g)	28	28	28	28	28	28	28	28
C (g)	10	10	10	10	10	10	10	10
SiO ₂ (g)	8	8	8	8	8	8	8	8
水 (c;c)	40	40	40	40	40	40	40	40

第 10 表 a

番号	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
成分					
硼砂 (g)	5	5	5	5	5
NaOH (g)	0.5	1.0	1.3	1.5	2.0
MnO ₂ (g)	30	30	30	30	30
CaCO ₃ (g)	20	20	20	20	20
SiO ₂ (g)	10	10	10	10	10
水 (c.c)	30	30	30	30	30
固着状態	不良	稍不良	良	最良	稍良

第 10 表 b

番号	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
成分					
硼砂 (g)	10	10	10	10	10
NaOH (g)	0.5	0.7	1.0	1.3	1.5
MnO ₂ (g)	30	30	30	30	30
イルメナイト (g)	40	40	40	40	40
水 (c.c)	20	20	20	20	20
固着状態	不良	稍良	良	稍良	稍不良

第 10 表 c

番号	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
成分					
硼砂 (g)	20	20	20	20	20
NaOH (g)	0.5	1.0	1.3	1.5	2.0
MnO ₂ (g)	30	30	30	30	30
イルメナイト (g)	40	40	40	40	40
水 (c.c)	25	25	25	25	25
固着状態	不良	稍良	良	稍良	稍不良

第 10 表 d

番号	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
成分					
硼砂 (g)	30	30	30	30	30
NaOH (g)	0.5	1.0	1.3	1.5	2.0
MnO ₂ (g)	30	30	30	30	30
イルメナイト (g)	40	40	40	40	40
水 (c.c)	33	33	33	33	33
固着状態	不良	稍不良	良	最良	稍良

ないが、NaOH 添加量の増
加と共に固着力を増加し、実
用上使用に耐える程度の固着
と思われるのは No.5 におい
てであり、No.6 においては
完全なる固着力を示すことが
明かとなつた。しかし No.8
においては NaOH が多量の
ため、その潮解性により3日

間放置するも乾燥するに至らなかつた。

以上の結果より 硼砂—アルカリ系固着剤は 100g
の被覆剤に対して 2g の NaOH にて最良の結果と
なつてゐるが、この NaOH の量は添加する水の量
により変化する。この関係は第10表の a, b, c, d の
実験により明かで、これ等の表により添加する水の
量が 40c.c より少量なる場合には NaOH の量は 2g
より少量の場合に最良の固着状態となる。すなわち
硼砂アルカリ固着剤においては NaOH の濃度が 40
c.c の水に 2g 程度を溶解した場合すなわち濃度とし
て 1.25N において最良の結果を與えることが明か
となつた訳である。

以上の固着原理は硼砂と KOH においても成立す
る。但し KOH は NaOH より分子量大なるため
NaOH と同一程度の固着を示すには第11表の如く
3～4 割多く用ゐることを要する。

第 11 表

硼砂 (g)	イルメナイト (g)	MnO ₂ (g)	KOH (g)	水 c.c	固着状態
10	40	30	1.3	30	良 好

さて先に示した第4表の配合熔剤は完全な固着作
用を生ずるのであるから、その熔剤が攪拌中に生ず
るアルカリ度は 40c.c の水に 2g の NaOH を添加
した第9表 No.6 におけると同一程度の濃度となる
筈である。しかし、第4表における NaHCO₃ のみ
の溶液は微アルカリであり、K₄Fe(CN)₆ は中性で
あるので、この熔剤により生ずる OH⁻イオンの濃度
は NaOH のみを添加した第9表 No.6 の濃度すなわ
ち水 40c.c 中のアルカリ量(2g)に比較すると著しく
小となるべきである。すなわち第4表の配合におけ
るアルカリ量 NaOH を比色法により求めた結果は
前述の如く水 40c.c 中 0.58g となり、固着作用の基
本因子と考えられる NaOH の量において大なる差

異を生ずることに気付くのである。

この原因について考察する資料として先づ第7表 b におけるアルカリ度測定において HCl による中和法を用いて測定した NaOH 2.5g が比色法により測定した NaOH 0.58g より遙かに大きくなる原因について考えることとする。すなわち NaHCO_3 のみを溶解した水中においては前掲(2)式の如く加水分解を生ずるが、その反応はその一部が進行するのみであり、生成した NaOH と溶解したまゝの NaHCO_3 とは或る温度において平衡状態にある。この平衡状態における少量の NaOH を求めたのが前記比色法により求めたアルカリ度である。しかるに中和法によるときはこの反応において生ずる NaOH を HCl により中和消失してしまうので、平衡状態における NaOH の量を求めることはできない。すなわち NaHCO_3 液は HCl の添加により前式における NaOH と NaHCO_3 との平衡状態は破れ、その結果、その平衡を保持するため、その加水分解の反応は益々右に進行し、NaOH の生成は継続されることになる。しかして NaHCO_3 は全く消滅し NaOH の生成が中止されるに至り、初めて中和したことを示す。すなわち中和法においてはこの加水分解が完全に右に進行したことを示すのである。今第7表 a の配合成分のアルカリ量を中和法により求めれば 0.42g となるので第7表 b の配合の水溶液を中和法により求めた NaOH の量 2.5g との差 $2.5\text{g} - 0.42\text{g} = 2.08\text{g}$ は第7表 a の配合に 13g の NaHCO_3 を添加したことにより生じたアルカリ (NaOH) 増加の値である。

このことは第8表に示す配合の水溶液における NaOH を中和法により求めた値 2.01g とよく一致していることにより明かである。以上の実験により NaHCO_3 の加水分解により生じたアルカリ (NaOH) 量が水 40c.c 中に 2.08g 及び 2.01g となつたことは 40c.c の水に溶解する NaHCO_3 の量を 4.4g (25°C) とし、その全量が加水分解により NaOH に変換したものととして算出した NaOH の量 1.99g とよく一致していることによつても立証し得られる。

尙第8表の実験により $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ の中性であることが証されると共に第4表の溶液と第7表 b の溶液のアルカリ濃度を同一と見做したことも誤りでな

かつた。

以上硼砂-アルカリ固着剤の反応において要約すれば次の如くである。

- 1, 水 40c.c. に $\text{NaOH} 2\text{g}$ (第9表 No.6) を添加したとき硼砂と最良の固着を示す。
- 2, 従つて NaHCO_3 水溶液において平衡状態にある NaOH 0.37g を別途硼砂に添加しても第9表 No.3 に示す如くその固着力は甚だ弱い。しかし硼砂- NaHCO_3 系はこれだけで完全なる固着作用を呈する。このことは NaHCO_3 が溶剤塗布後において 2g に近い NaOH を生成するのではないかと考えられる。
- 3, しかるに NaHCO_3 の加水分解が完全に進行したとして計算した NaOH 量は 1.99g であり、第9表 No.6 の 2g とよく一致している。

これ等の事柄より硼砂-アルカリ固着剤の固着原理に対して次の如く考えることができる。

すなわち、硼砂-アルカリ固着剤は粘状溶剤の乾燥中(5)式に示す如く

水に溶解した硼砂が NaOH 及び水(H_2O)を吸収し結晶水を有する特殊化合物を生成するものと考えられる。この結晶の本質については分析によつても知ることとはできないが、溶剤の乾燥中多数の核を中心として発達した微細なもので、この結晶が溶液より固体として成長することにより、水に不溶性の他の化合物を固着せしめることになると考えられる。

しかして溶剤中の硼砂が水 40c.c に飽和する以上に含有されている場合には、この硼砂の全量を結晶せしめるための NaOH 量は約 2g すなわち濃度として $\frac{1000}{40} \times \frac{2}{40} \text{N} = 1.25\text{N}$ であるが、唯この 2g の NaOH を溶剤に初めより添加しておく場合と、溶剤の乾燥中に NaHCO_3 の反応により徐々に生成する場合との二つに大別されるのである。

よつて硼砂- NaHCO_3 系における変化を説明すれば次の如くなる。すなわち NaHCO_3 のみの水溶液中における平衡状態の「アルカリ」量は前掲(2)式の如く水 40c.c. 中に 0.37g (濃度として $\frac{1000}{40} \times \frac{0.37}{40} = 0.23\text{N}$) であるが、水 40c.c に溶解せしめた硼砂を(5)式の如く固着用化合物に変化せしめるための NaOH は約 2g (濃度として 1.25N) を必要とするので、この 2g と 0.37g との差すなわち $2\text{g} - 0.37\text{g}$

$\approx 1.63\text{g}$ (濃度として 1.02N) の NaOH が硼砂— NaHCO_3 系における溶解硼砂の全量を固着せしめるために更に必要となるのである。しかし、この不足分の NaOH は結局(2)式の反応が徐々に右に進行することにより、補充されるものと考えなくてはならない。

次に(5)式において 1g 分子の硼砂に対して必要な NaOH の分子量を算出することができる。すなわち配合溶剤において 40c.c の水に溶解する硼砂の量を 3.75g とすれば、その全量を(5)式の如く或る化合物に変化せしむるための NaOH は第9表 No.6 において 2g となるので、これに基きその分子量を算出すれば 1g 分子の硼砂に対して約 3g 分子の NaOH となる。前掲の(5)式において 3NaOH と記してあるのはこの算出して得た値である。

しかし(5)式において H_2O なる水の量は求めることができないので(5)式においては X 分子としてあるが、水のみに溶解した硼砂は、 10 分子の結晶水すなわち $10\text{H}_2\text{O}$ を必要とするのであるから(5)式において溶解した硼砂が結晶(固体)となる場合にも 10 分子に近い水を吸収するのではないかと考えられる。

以上の結果より硼砂—アルカリ固着剤は硼砂— NaOH 系又は硼砂— NaHCO_3 系でもその固着の本質においては同一と考えられる。但し硼砂— NaOH 系においては水に溶解した硼砂の全量を固着せしめるに必要な NaOH 量は固着作用の発生前より既に存在しているのであるが、硼砂— NaHCO_3 系の場合はその溶液中には溶解した硼砂の約 $4/5$ を固着せしめる程度の NaOH 量を含有しているにすぎない。従つて、硼砂— NaHCO_3 固着剤においては、空気中にて乾燥中、硼砂の約 $4/5$ が先づ固着用化合物に変化し、残余の $1/5$ の硼砂は前掲(2)式の反応により生ずる NaOH により、引続き硬化するものと思われる。かゝる理由により乾燥中の條件が水分を早く蒸発せしむる様な場合には前掲(2)式の反応進行程度悪く、 NaOH の不足を生じ固着作用は低下することになる。従来硼砂系被覆棒において認められる乾燥条件により固着状況が異なると云う事実はかくの如くして説明することができる。

すなわち硼砂— NaOH 固着剤における固着作用は乾燥中の条件により余り大なる影響を受けないが硼砂— NaHCO_3 系においては乾燥中の条件により

著しい影響を與へることになる。一般に第4表に示す配合を心線に塗布した場合、この乾燥は $40\sim 50^\circ\text{C}$ に上昇せしめ、一部の通風口を設けた炉中に於て $15\sim 20$ 時間に亘り乾燥せしめている。この場合の上昇温度は(5)式並に(2)式の反応を促進せしめる手段であり、長時間に亘る乾燥は(2)式の反応を徐々に進行せしめ、被覆剤中の水分不足を補う手段であると考えられる。

5. 固着力と硼砂の溶解度との関係

硼砂の溶解度が水におけるより「アルカリ」液における方が増加することは既に述べた如くである。従つて第9表 No.6 の硼砂— NaOH 固着剤における硼砂は第1図より約 6g の溶解量であることが解るこの量は硼砂の水における溶解量(第6表 A 参照)より 2.7g の増加である、これを前述の硼砂— NaHCO_3 系における硼砂の溶解量増加 0.45g に比較すると、著しく大である。従つて硼砂—「アルカリ」固着剤に於て硼砂— NaHCO_3 系より硼砂— NaOH 系(又は KOH) における方が溶解硼砂が多くなるので心線に塗布後これ等が固着現象を呈する場合、もし溶液における溶解硼砂の全量が前掲(5)式により固着用化合物を作るものとすれば、乾燥後の固着力は硼砂— NaOH 系(又は KOH) の方が硼砂— NaHCO_3 系より強固となるべきである。よつて第9表 No.6 の配合溶剤と第3表 a の配合溶剤とを同一乾燥条件によりその固着力を比較した結果、前者の方が強固となることが明かとなつた。この実験により硼砂—アルカリ固着剤に於ては溶液に溶解した硼砂が(5)式の如き反応により固着用化合物を作り、被覆剤を固着せしめると云う推理の妥当なることを一層明確にしたものと云える。唯實際被覆棒の製作に当つては硼砂— NaOH 系は硼砂— NaHCO_3 系に比較して心線に塗布し難い。この原因については別途考察することとする。

6. 固着力と使用する硼砂の最小限度

硼砂—アルカリ固着剤は溶液における溶解硼砂が(5)式により結晶を作ることによると考えられる。従つて硼砂の添加量が溶液における硼砂の溶解量以上に増加してもその溶剤の固着力には変化がない筈である。これを確かめるため第10表 a の No.5, 第10表 b の No.3, 第10表 c の No.3, および第10表 d の No.4

の如く、配合溶剤中における硼砂をそれぞれ 5g, 10g, 20g, 30g に変化して、その固着力を試験したが、これらの間に何等差を認められなかつた。

この結果により硼砂—アルカリ固着剤の固着現象は前掲(5)式によることを一層明瞭に証し得たと考えられる。唯實際被覆棒製作において、硼砂を多量に添加することがあるが、これは固着力以外の他の目的を具備せしめるためである。

7. 結 言

以上の研究を要約すれば次の如くである。

- (1) 硼砂系固着剤は硼砂—アルカリ系固着剤がその主体である。
- (2) 硼砂—アルカリ系固着剤とは硼砂— NaHCO_3 系、硼砂— NaOH 系、硼砂— KOH 系の如くそれぞれ二成分より成立する。
- (3) 硼砂—アルカリ固着剤を用いた配合熔接剤において 40c.c. の水にて適當の塗布状態となる如き配合量においては、その水に対して飽和液以上になる如く添加した硼砂量に対して約 2g の NaOH (KOH では 3 ~ 4 割増加) を添加した場合、すなわち濃度として NaOH は約 1.25N, KOH は 1.16N ~ 1.25N において最良の固着力を発揮する。
- (4) 従つて溶剤の種類ならびに配合割合により添加水量が 40c.c. より少量であるか又は硼砂に対し飽和液とならないやうな場合には NaOH の添加量は 2g より少量なる添加量に於て最良の固着力

を示すやうになる。

- (5) 硼砂— NaOH 系に於ても、硼砂— NaHCO_3 系においても固着の原理は同様と考えられる。但し後者においてはその水溶液中に存在する NaOH 量は前者の場合に比して著しく少量であるので、その差の NaOH 量は溶解硼砂が結晶として析出するに必要な NaOH を補充するため、進行する NaHCO_3 の加水分解により補給されるものと考えられる。
- (6) すなわち硼砂—アルカリ固着剤の固着原理は水に溶解した硼砂がアルカリの存在において結晶水を吸収して特殊な化合物を生成することによると考えられる。
- (7) 従つて 40c.c. の水に対して 30g, 20g, 10g, および 5g の硼砂を別々に添加した配合においても、硼砂の溶解度は一定(飽和液)であるから、その固着力に於ては差は認められない。
- (8) 硼砂— NaOH 系と硼砂— NaHCO_3 系とを比較した場合、前者の方が固着力は大であるが、その理由は NaOH 又は KOH の濃度の異なる前者の溶液において、硼砂の溶解度が增大するからである。但し前者の固着剤による方が溶剤を塗布し難い缺点がある。

終りに本研究を遂行するに種々便宜を與へてくれた國鐵、大宮工場研究所主任藤原孝造氏並に同所員関根繁藏氏に対して謝意を表する次第である。

資 料

日本熔接技術發達史

[XXIII]

佐々木新太郎*

第二十三行水圧洩の修理。水圧試験で洩れると云うようなことは起らぬからこれを修理することないと記しているものがある。ちよつと生意氣なことを云うているようであるが實際はそうである。私でも水圧試験で漏つたから修理をしたと云う経験は一つも持つてない。その代り熔接作業中に疑いと思う所は躊躇なく熔接をやり直して完全なものにするべく万全の注意を拂つている。

以上記したように高圧高温火力発電所の蒸汽管接手を悉

く熔接接手に改めたにつき其過渡時代には熔接の欠陥の爲に色々の失敗や災害を経験したことは明である。これ等の経験を重ねてきた結果熔接として守られなければならぬ鐵則なるものが自ら定められるに至つてゐる。この鐵則も細に入れば沢山あることになるが大綱のみを考えると次の二点にある。

- (1) 隅肉熔接は絶体に採用せぬ。経済的にいかなる犠牲を拂つても衝合熔接とすること。
- (2) 熔接部に屈曲力が加わることを全然避けること。

隅肉熔接を完全に行うことは殆ど不可能と云うても可い次のスケッチに示す如く隅の所は熔着が完全に行われ難いのが普通である。これが不完全であつても検査によつて発見することができない。水平方向の脚の長さ a と垂直方向の脚の長さ b とは同じ長さになり難い。 a の方が長くなる

* 名誉員 日本断接工業株式会社