

またパーライトが早く現出している。焼入温度が850°Cの場合にこの傾向が明らかである。

焼入硬度は予期のごとくCの増加とともに高い。焼入温度が低い場合にその傾向が顕著である。

(2) Cr の影響

Fig. 2 に一端焼入試験結果を示した。Crが増すに伴い焼入性が良好となつた。これは850°C焼入の場合に特に顕著である。他方焼入硬度はCrの増すに伴い低下する。また、焼入硬度は焼入温度により影響されるがCr 0.4% のときはほとんど影響を認めず、Crの増大とともにその影響は顕著となる。この傾向は油焼入の場合にとくにはげしい。焼入組織はCrの増加とともに残留炭化物がいちじるしく増大する。

(3) C および Cr の影響の考察

上記のごとくCとCrの焼入性、焼入硬度におよぼす影響は全く逆であることが認められた。しかしC, Crともに残留炭化物を増加せしめる傾向がある。これを考察するため焼鈍状態における炭化物組成を計算により求め、また電解分離による分析を行つた。計算値と分析値はよく一致している。この結果と不溶解炭化物量とより焼入加熱時における austenite matrix 中の C, Cr 濃度を計算により求められる。これによると、matrix 中の [Cr]% は地金のC量の増大とともに却つて減少し、matrix 中の [C]% は増大する。このために地金のCの増加とともに焼入性が減じ、焼入硬度が高くなるのであろう。また、地金のCrが増加すると、matrix 中 [Cr]% が増し、[C]% が減少する。このためCrは焼入性を高くし、焼入硬度を低くせしめるのであろうと考えられる。

(4) C, Cr の組合せの影響

上記のごとくC, Crの影響は互に逆であるが、(A) C: 0.85, Cr: 1.6 (B) C: 1.0, Cr: 1.0 (C) C: 1.1 Cr: 0.4 の3通りの場合について実験した。既述の結果はここでも極めて顕著に認められた。また各種の焼入温度による焼入性の変化および硬度変化は(A)が最もいちじるしく、(B)がこれに続き、(C)はほとんど影響されない。これも残留炭化物からよく考察することができる。すなわち(C)は焼入温度の変化によつてもmatrix中の[Cr]%はほとんど変化せず、(A)が最も大きく影響されるからであらう。

(5) Mo および V の影響

Moは焼入性に大きい効果があり加熱温度の影響に敏感となる。焼入硬度には効果が少い。Vは焼入性をやや減少せしめ、焼入硬度をやや低下せしめる。

(47) 電縫鋼管の軟化とフェライト粒度との関連性について

The Relation between the Annealing and the Ferrite Grain-Size of Electric Resistance Welded Pipes

Y. Shimokawa, et alius.

住友金属工業, 和歌山製造所

工博○下川 義雄・山本 鷹義

I. 緒 言

金属あるいは合金に歪を与えた後焼鈍するとその軟化条件によつてはいちじるしい結晶粒の粗大化をみることは以前より知られておりこれに関しては Chappell, Pomp, Edward および Pfeil, Hannemann 等の基礎的な研究がかなり以前に発表されている。電縫鋼管は周知のごとく酸洗した帯鋼をまずフォーミングロールで管状に整形しこれを抵抗溶接後さらにサイジングロールで絞り加工して製造される。したがつて電縫鋼管はその製造の過程において5~15%程度の冷間加工を受けることになりこれを焼鈍軟化する際にいちじるしい結晶粒の粗大化の危険がある。しかも電縫鋼管はその使用条件により軟化を必要とする場合も多いので通常使用されている数種の鋼種につきその軟化状態と結晶粗大化との関連性を求め良好な軟化鋼管をうるための基礎資料をえんとした。

II. 試料および試験方法

試料としては JIS の圧力配管用 STP 30 A, STP 35 あるいはボイラ用 STB 33 または STB 35 に相当する成分の鋼としてリムド鋼として 0.08 程度と 0.18 程度、キルド鋼として 0.13% と 0.17% の4種につき 1 $\frac{1}{4}$ " (B, C, D, E) のガス管を使用した。また低炭リムド鋼については2" (A)のガス管も併せて試験した。

試験は供試管を適当な長さに切断し、10分以内の短時間の場合には鉛浴炉に、それ以上長い場合は管状炉に入れて所要時間加熱空冷後主として断面の硬度およびフェライト粒度を測定した。鉛浴炉で所要温度に達するのは30秒以内であつた。試験した温度は400°Cから850°Cまで各50°C飛びにその他焼準として900~950°Cの温度で1mn, 5mn, 10mn, 30mn, 1h, 3h, 20h, 加熱した。また一部30秒も試験した。

III. 試験結果

軟化およびフェライト粒粗大化の状況は試験した鋼種により若干異なる。0.08% C の低炭リムド鋼で (A, B) は焼鈍前の硬度が母材部で H_RB 75, 溶接部で H_RB 83

位であつたものが 400°C 焼鈍で、すでにわずかながら軟化し 750°C までは温度時間の上昇とともに軟化の度を増し 750°C 20 時間焼鈍では最低の H_RB 48 以下を示す。溶接部ははじめの硬度は母材部より高いが 400°C 以上で急激に軟化し 700°C 焼鈍ですでに H_RB 45~50 となり 750°C では母材部以上に低い硬度を示す。

また 0.18% C の中炭リムド鋼(C)では加熱前母材部 H_RB 82 溶接部 H_RB 87 であつたものが 500~550°C の軟化でわずかに軟化し 700°C 以上の焼鈍で 20 h 焼鈍を除き H_RB 68~70 となる。750°C 以上の焼鈍では高温かつ長時間になるにしたがつて脱炭を起し H_RB 48~60 となる。溶接部は低炭リムド鋼の場合と同じく母材部より軟化の傾向はいちじるしく 650°C の焼鈍で時間にかかわらず H_RB 68 以下となり、800~950°C 焼鈍では H_RB 60 以下となる。これは溶接部がリム部に相当するためであろう。また 20 時間焼鈍では H_RB 40~50 といちじるしい軟化を示す。

キルド鋼 (D, E) は両鋼ともほぼ同じ傾向を示しはじめ母材部硬度が H_RB 83~85, 溶接部硬度が 92~94 であつたものが 550°C 附近から軟化し 700°C 焼鈍で 71~78, 930°C 焼鈍で 63~73 位の硬度を示す。溶接部は 700°C 焼鈍では 78~85 で幾分高めであるが 930°C 焼鈍では 65~72 とほぼ同じ硬度となる。なお 20 時間焼鈍ではいちじるしい脱炭により最低 40~45 となる。

一方フェライト粒度の粗大化はいずれもリム部より起り Fig. 1 a~c に示したごとき傾向を示す Fig. 1 a は 650°C, b は 700°C, c は 750°C の結果を示す。フェライト粒の粗大化は 600°C ではいずれの鋼種でも起らず 650°C でも Fig. 1 a に示したごときリムド鋼ではじめ

て長時間焼鈍の場合に限り起つてくる。700°C になると粗大化傾向はいちじるしくいずれも 30 分程度の加熱でかなりの粗大化を起し低炭リムド鋼では ASTM 1 番程度になつている。中炭リムド鋼とキルド鋼はほぼ同じ傾向を示し 3~5 番程度になり 20 時間の焼鈍では後者でも 2 番程度となる。750°C になるとその粗大化傾向はさらにいちじるしく 5~10 分の焼鈍で低炭リムド鋼では 1 番程度, 中炭リムド鋼およびキルド鋼で 4~5 番程度になり 20 時間焼鈍では前者は -2~0 番程度後三者で 1~0 番程度になる。なお粗大化傾向は低炭リムド鋼がとくにいちじるしく短時間でもいちじるしく粗大化する。800°C では 750°C と比較して幾分少ない程度の粗大化傾向が認められるが 20 時間焼鈍では脱炭のためか 750°C 以上に粗大化する。850°C になると粗大化傾向はいちじるしく減じ 600°C 程度となり 930°C ではいずれの場合も全部細粒を示す。

またすでにのべたごとく電縫鋼管軟化の際に起る結晶粒粗大化はすべて内外面からはじまり中心部からは起らない。したがって両面の粗大化した部分の厚さの和を肉厚で割つた値を粗大化巾の % として表わすと 650°C, 700°C, 750°C における時間による粗大化巾の変化は Fig. 2 a, b, c に示したとおりである。粗大化巾の時間による増加は鋼種による差は比較的少なく、いずれも時間とともに増加し 700~850°C では肉厚の 50% 以上に達する。しかし低炭リムド鋼が最大の粗大化巾を示す傾向は認められる。また 20 時間焼鈍ではいずれも 800°C が最大の粗大化巾を示しフェライト粒はいずれも柱状晶状に発達しておりこの場合には酸化性雰囲気による拡散粒子生成の傾向を強く示している。

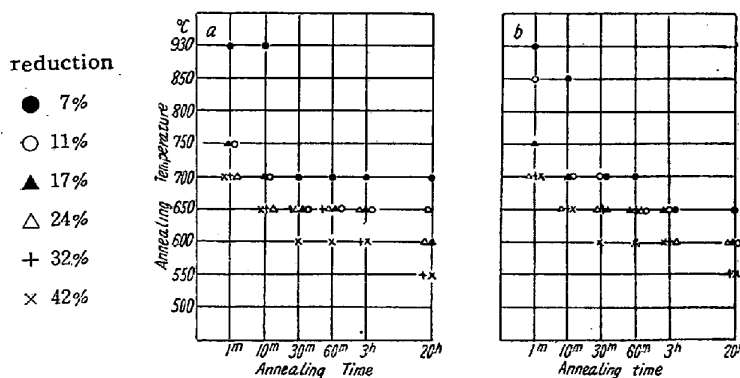


Fig. 1. The relation between the annealing temperature, time, cold reduction and hardness of mother part of electric resistance welded pipes. Each point represent the temperature and time which hardness become less than H_RB 70.

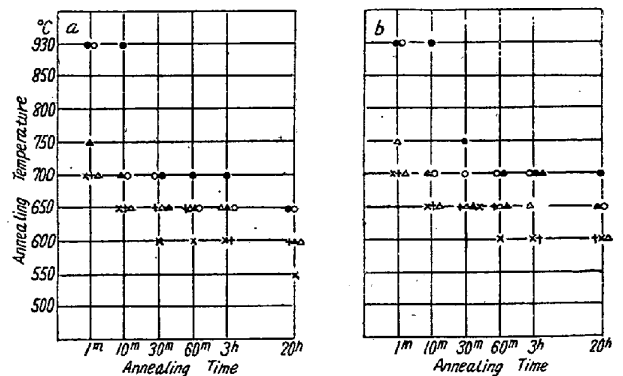


Fig. 2. Same relation of welded part of electric resistance welded pipes as Fig. 1

IV. 結 言

以上の結果より明らかなごとく電縫鋼管はその製造過程から焼鈍により一般に表面結晶粒の粗大化を起す危険

がある。しかし本報の結果より結晶粒粗大化を起さない
軟化条件が明らかにされ焼鈍条件が明瞭になった。

(文献省略)

(48) 電縫鋼管の冷間加工と焼鈍とフェライト粒度との関連性について(I)

(キルド鋼管)

The Relation between the Cold Working, Annealing and Ferrite Grain-size of Electric Resistance Welded Pipes (I)

(Killed steel pipes)

T. Yamamoto, et alius.

佐友金属工業和歌山製造所

工博 下川 義雄・○山本 應義

I. 結 言

電縫鋼管を素管として冷間引抜して熱処理した場合その硬度ならびに結晶粒度が如何に変化するかを知るとは電縫鋼管の製造者として極めて重要であるため各種の電縫鋼管についてその関係を調査した。本報は STB 35 に相当するキルド鋼管について行つた結果である。

II. 試 料

試験に使用した材料はつぎの2種のキルド鋼管で外径 42 mm, 肉厚 3.2 mm の電縫管である。

記号	C%	Si%	Mn%	P%	S%
D	0.13	0.24	0.57	0.017	0.026
E	0.17	0.28	0.54	0.017	0.029

冷間引抜による加工率は断面減少率として 7, 11, 17, 24, 32, および 42% で焼鈍温度は 400~850°C まで各 50°C 毎にさらに 930°C で焼準, 加熱時間は 1mn, 10mn, 30mn, 1h, 3h および 20h で 10mn までは鉛浴炉, 30mn 以上は電気炉によつた。なお冷間加工前は素管は 650°C で軟化した。素管ならびに冷間加工後の硬度 (ロックウエル B) はつぎのとおりである。

記号	素管	加工率 7%	11%	17%	24%	32%	42%
D	75	84	87	89	90	91	94
E	76	86	89	91	94	95	98

III. 試 験 結 果

キルド鋼 D 鋼および E 鋼はその硬度においてほぼ同じ傾向を示す。いま D 鋼母材部を例にとれば加工率 7% の場合は 650°C までは軟化せず 700°C 以上の温度では 30

分 焼鈍ではじめて軟化し最低 H_RB 55 程度となる。加工率 11% のものは 650°C 30mn で軟化しはじめそれ以上の温度では 10~1 分で急激に軟化し, 650°C で H_RB 62 位 700°C では H_RB 50 位となる。加工率 17% の場合は 600°C 20h の焼鈍で H_RB 67 程度に軟化し 650°C では焼鈍 30 分で, 700°C では 10 分でそれ以上の温度では 1 分ですでに H_RB 60~65 位に軟化し, 最低硬度は 700°C で H_BR 50, 800°C で H_BR 47 程度となる。加工率 24% になると 600°C の軟化でも非常に短時間に起るようになり 700°C 以上では焼鈍 1 分で充分軟化する。加工率 32% および 42% ではこの関係はさらに明瞭となり 20h 焼鈍では 550°C ですでに軟化する。Fig. 1 a に H_RB 70 以下に軟化する場合の焼鈍温度, 時間および加工率の関係を示した。E 鋼母材部の場合も Fig. 1 b に示したごとく D 鋼の場合と極めてよく似ており 7%, 6% 等の低加工率の場合長時間焼鈍で幾分低温で軟化する傾向がみえる位の差である。さらに Fig. 2 a に D 鋼のまた Fig. 2 b に E 鋼の溶接部の同様な結果を示したが溶接部は母材部に比して幾分軟化傾向におくれのあることが認められる程度で大差ない。

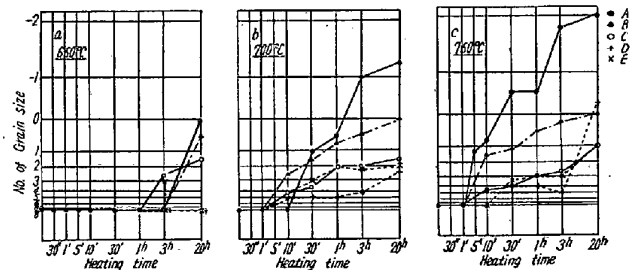


Fig. 1. Variation of ferrite grain-size of electric resistance welded pipes by the annealing temperature and time.

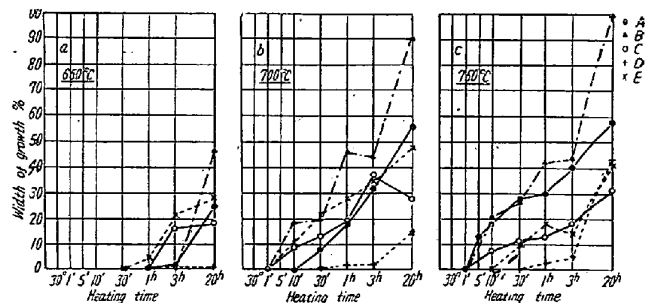


Fig. 2. Variation of width of grain growth by the annealing temperature and time.

フェライト粒の粗大化に関しては D 鋼については全般的に少く 650°C 以下の焼鈍では全く粗大化せず 700°C 焼鈍で 7% 加工率のものが粒度 6~2 番, 11% 加工率