

# 連続鑄造に関する研究

室 町 繁 雄  
堀 茂 徳

Continous Casting of Aluminium Alloys.

Shigeo MUROMACHI

Shigenori HORI

In the aluminium and the copper industries, deep attentions are paid to the continious casting, because of the good properties of the slab obtained and the cheapness of the casting costs. And so, the authors made a continious casting apparatus (Fig. 2): The special point of this apparatus is that the botttom mould has a cooling jacket so as to prevent the occurence of the inverse segregation.

Using this apparatus, the authors made slabs of aluminium-copper (4%) alloys, and investigated the distribution of copper. This experiment has shown that when the casting condition-casting temperature, casting velocity, cooling velocity and height of molten metal in the mould-are properly chosen, very sound slabs may be obtained by our apparatus above mentioned.

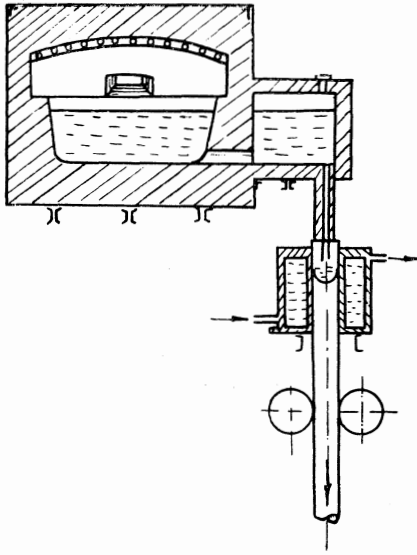
## I 緒 言

連続鑄造による鑄塊は押湯を必要とせず、人件費、諸経費の節約等種々の利点があるばかりでなく、組織が非常に緻密で良好な製品が得られるので近時斯界の注目する所となつた。

さて連続鑄造に関する歴史は古く、H. Bessemer<sup>1)</sup>は1857年既に鋼を直接熔体から板にする方法を述べている。これに類似した直接製板法がHazelett<sup>2)</sup>により実用化された。これ等は熔湯を直接ロール間に注入して連続的に板を得ようとするものであるが、幾多の難点があるようである。これに対し鑄型に熔湯を注入し底部から引出すことにより連続的に長い鑄塊を得ようとする方法にW. T. Ennor<sup>3)</sup>法、Eldred法、Poland-Lindner法、William法、Junghaus-Wieland法等がある。現在米国、独乙のAl, Mg, Brassの連続鑄造はJunghaus<sup>4)</sup>法が主で、I. G., Scovil Co., で工業化されている。此の方法は冷却槽を持つた鋼板製上型が1"位静かに降下し、次に急激に上昇すると云う運動を繰返し凝固した鑄塊を降下させるものである。潤滑剤及び酸化防止剤として蕪油を用いている。

W. T. Ennor法は型に直接水を吹きつけて冷却し、内壁は直接金属に触れるのを防ぐ目的でグリースやワックスをぬつている。鑄塊の降下速度は25~175 mm/minである。Eldred法は黒鉛製鑄型を使用している。黒鉛は比較的熱伝導度がよく、それ自体潤滑性を有しているが降下速度が遅く又型の消耗が甚しい。Brassの鑄造に此の方法が用いられている。Williams法は型は薄板で作られ外周を水冷している。

我が国でも戦前より連続鑄造法を採用していると聞くが恐らくJunghaus法、Williams法を改善したものと思われる。本鑄造法の原理を第1図に示した。本法によれば、鑄込速度と降下速度、冷却速度を適当に決定すれば無限に長い鑄塊が出来るはずであるが、我が国では半連続鑄造が用い



第1図 連続鑄造装置

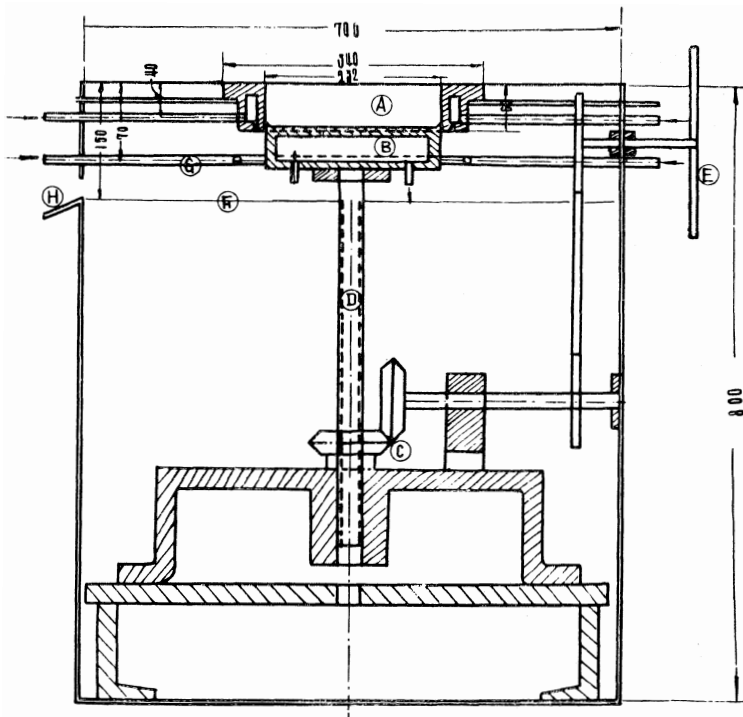
られている。本法では凝固区間の長い合金は降下する際に割れを生じ易く従つて自重で降下する如く考案したもの、金型の側壁と底部の膨脹収縮量を適当に工夫したもの等細い所に注意が払われている。此の方法では層一層と注湯が凝固するため逆偏析はかなり防止出来るはずであるが完全とは云えない。これは上型の冷却槽からの冷却が相当強く作用するためと思われる。従つて底部からの冷却に対し側面からの冷却を出来るだけ少なくするよう考慮すれば逆偏析は相当防止出来ると思われる。

以上連続鑄造法は企業の合理化を叫ばれている今日 Al, Cu 合金関係業界の注目する所となつてゐるが尙幾多改良さるべき点が残されている。著者は従来 Al 合金鑄塊の偏析及びその防止法について研究を続けて来たが層一層凝固する連続鑄造法を採用することが最も望ましいと云う結論に達したので従来の方を参考に

して第2図の如き装置を製作、それによる鑄塊の性質を検討してみた。

## II 装置並に実験方法

鉄坩堝式電気炉で 99.6% の純度の Al 20 kg を熔解 Al : Cu = 1 : 1, の母合金を配合して Al - Cu



第2図 著者の連続鑄造装置

(4%)合金を熔製，取鍋に汲取り湯溜を通して鑄造した。本実験に用いた鑄造装置は第2図に示した如き半連続鑄造装置である。即ち(A)は上型で材質はLautal系(Cu4%，Si3%，残Al)で結晶微細化の目的で0.05%のTiを添加し乾燥砂型に(中子は粘結剤としてポパール使用)鑄込み焼鈍後機械仕上げした。高さ60mmで，厚さ60mm，巾230mmの鑄塊が出来るようにした。内面のテーパは1/60にした。冷却槽の底部に4mm径のシャワー孔を2段に25mm間隔に内側に45°の角度に開けてある。冷却槽の両端から3/4"パイプで送られた冷却水は上型を冷却し，更にシャワーとなつて降下して来る鑄塊を水冷することになる。下型(B)は膨脹係数を考慮して鑄鉄製にした。焼鈍後同じく機械仕上げを施し底部に冷却槽をもうけた。これは鑄塊が水槽に入るまでの期間可及的底部からの冷却を効果的にする目的である。(C)はベベルギヤで砲金製にした。(D)はキー溝を有する角ネジを切つたシャフトで(E)なるハンドルを廻転することにより静かに上下する如く考案されてある。ハンドル1廻転でシャフトは約15mm上下する。水槽の水の高さは(F)で鑄塊は此の位置に来るまでに上型の水冷，シャワー，下型の水冷及び(G)なる位置のシャワーにより冷却され，この位置に来て更に水冷されることになる。冷却に用いられた水は(H)なる流出口から流れ出るが，冷却速度は各冷却部の水量はヴァルブにより加減出来るが一応此の流出口を出る水量を以て現すことにした。

先ず各部の冷却水を調節し，下型を図の位置においてから鑄造を開始する。取鍋から流れ出た湯は2段の湯溜りを通して両側から垂直に落下する如く出来ている。上型に約3/8程湯が溜ると静かにハンドルを廻して下型を降下させれば注湯は凝固し乍ら自重で下型に着いて落下することになる。

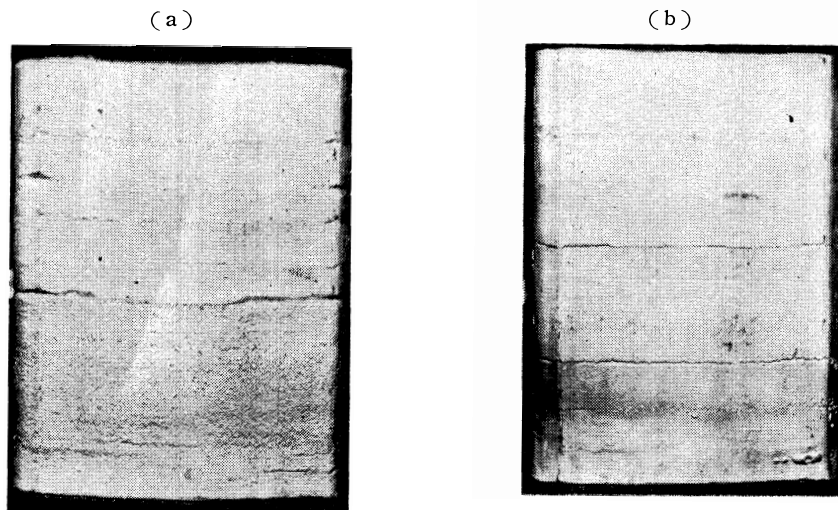
本実験では鑄造条件を次の2種類に選んだ。

	(1)	(2)
鑄造温度 °C	700	690
冷却速度 L/sec	1.2	1.4
降下速度 cm/min	12	19

### II 実験結果並に考察

写真1は鑄塊の外観を示したもので(a)は(1)なる条件，(b)は(2)なる条件のもので前者の比較的冷却速度の遅い場合は表面が少しく荒れているが後者の速い場合は比較的平滑である。何

写真 1



れも横に数本の線が見られるがこれは注湯速度が小→大に急変したために現れた一種の襞で1 mm 以内の面削で完全に除去出来るものである。唯此の線のすぐ下部に膨れが認められる。このことから判る如く鑄塊の表面に現れる膨れは注湯速度が急に大になつた時降下と同時に注湯した熔湯の表皮の酸化皮膜が破れ新しい湯が凝固した鑄塊の外部に流出することに原因するものと思われる。此の点は G. Siebel<sup>9)</sup>と見開を異にする様である。

写真2は鑄塊中央断面のマクロ組織で底部以外は各部共略同一組織を示している。(a)なる緩冷の場合の断面は外周、中心各部共同様な組織を示しているに反し、(b)なる急冷の場合は外周に僅か乍ら過冷層の存在が認められる。

写 真 2

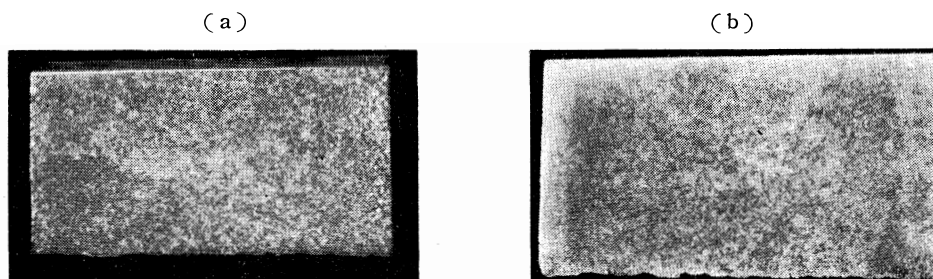
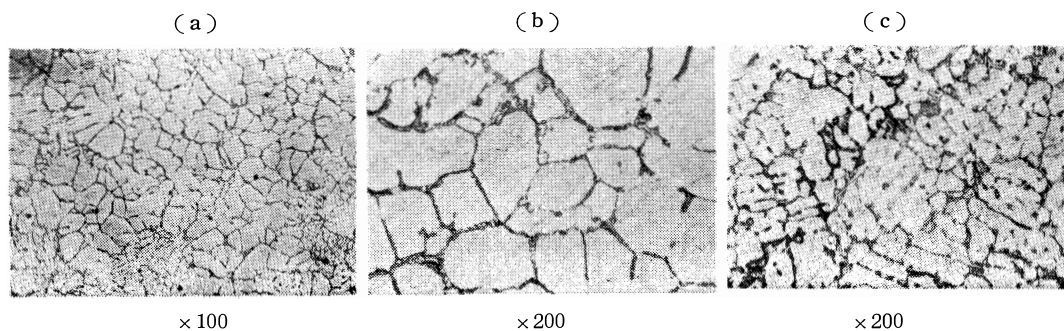
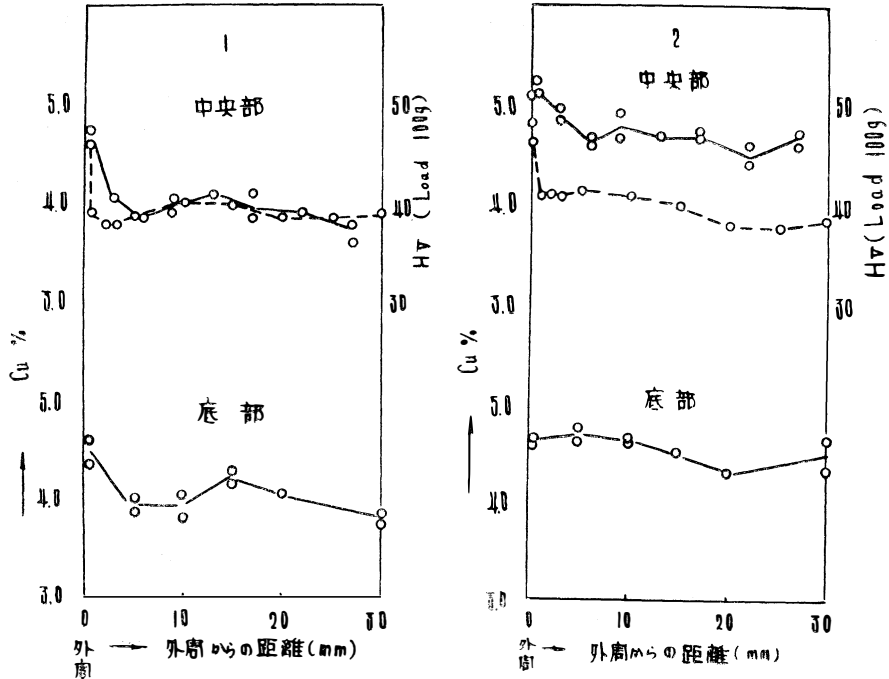


写真3はミクロ組織で鑄塊各部は(a)の如く粒状の丸い部分と細い部分との混合からなつている。(b)、(c)はこれを拡大したものである。写真2のマクロ組織で白色部が写真3の(b)に相当し、黒色部が細い組織で(c)に相当し、これが(a)の如く分散混合していることが判る。

写 真 3



第3図は鑄塊中央断面各部のCu%, 及びミクロ硬度変化を示したものである。図が示す如く外周1 mm 位の範囲はCu%は比較的高いが他は大体0.15% Cu 範囲内に納つていることが判る。図中下部の曲線は鑄塊の底部から上部へのCu%の変化を示したもので、此の部分では少しくCu%の変化が認められるが、傾倒式鑄造法及びZüblin法による鑄塊に比すれば極めて少いと云えよう。これ等の実験結果から云えることは連続鑄造によつても完全に鑄塊の偏析を防止出来ないと云うことである。然し著者の用いた底部受型を水冷することにより相当これを防止し得るが一方側面からの冷却を出来るだけ少くする様考慮が必要である。この為にはフローメーターを設け各部の冷却速度を調節する必要がある。又鑄塊に襞、ふくれが現れているが、これは下型の降下機構が手動のためで当然速度調節の出来るモーターに切変える可きと思われる。又降下機構が水中に位置しているがこれも上部から降下する如く改良すべきで、従来水圧、油圧式降下装置を採用しているが、



第3図 半連続铸造法による铸塊のCuの偏析

要は静かに降下することが必要で安価な機械的降下装置で充分であると思われる。注湯前に型の内面に種油を塗布しておくことは湯のきらいを防止する意味からも必要である。

#### IV 総括

(1) 連続铸造法により適当な条件(铸込温度, 注湯速度, 冷却速度, 降下速度, 降下時期)で作った铸塊の偏析は非常に少いことが判る。但し外周1mm位の部分はCu%が少しく高いことは止むを得ない。

(2) 铸込温度は700°, 降下速度19 cm/min, 冷却速度1.4L/sec程度が良好で降下時期は注湯が上型の約 $\frac{1}{2}$ 附近に来た時に開始することが好ましい。

(3) 上型のテーパは $\frac{1}{60}$ で充分で, 下型の冷却槽は铸塊が下部水槽に入る迄可及的底部からの冷却効果を大ならしめ偏析を少なくする上からも, 注湯開始後下型を降下する際未凝固の熔湯が漏れるのを防ぐ意味からも必要である。

本研究は文部省科学研究費により実施したものである。又北陸軽金属工業株式会社の御厚意により該工場で行ったものである。此所に記して深甚なる謝意を表する次第である。

#### 文 献

- 1) A. v. Zeerleder Aluminum., 3 (1939) 192.
- 2) 室町繁雄 満洲冶金学会誌 2 (1939) 32.
- 3) 森永卓一 軽金属時代 227 (1953) 25.
- 4) 小島義正, 下川義雄 鉄と鋼 38 (1952) 65.
- 5) G. Siebel Z. Metallk. 44 (1953) 173.