

技術資料

Chilled Roll의 製造法 小考

(1)

南世雄\*

서론

그동안 많은 기술서적을 통하여 필요한 자료를 얻고져 국내외로 동분서주 하였으나, chilled roll 이나 chilled 鑄鐵에 關한 문헌이 적어 이 분야를 전공하는 기술자들에게 적지않은 勞苦가 있었으리라 믿는다.

필자는 1972년초 이분야에 대한 기술을 전수받게 될 기회가 있어 chilled鑄鐵을 생산하는 현장에 도움이 될 수 있도록 자료를 정리하여 보았다.

1. Chilled Roll 發達の 經路

現在 各分野에서 使用되고 있는 chilled roll 가 어떻게 發達해 왔는가를 歷史的으로 본다면 지금 으로부터 200여년전 영국의 버밍햄 (birmingham in England)에서 처음으로 제작되었다(A. ALL-ISON: foundry trade Journal Vol 59, 1938)

당초 12분 제작하였는데 완제품으로 된 것은 겨우 2분정도인데 그나마 실제 공급할 수 없는 제품이었다. 이 chilled roll 은 熱間에 견딜 수 있다고 하더라도 強度는 滿足할 수 없었다.

한편, 이때와 前後하여 獨逸의 KRUP 社에서 鍛鋼 Roll (forged steel roll) 이 만들어져 壓延에 使用되어 왔다. 이 roll 은 強度는 良好하였으나 軟質인 것이 問題가 되었다.

以後 chilled roll 은 鋼質 roll 함께 硬度和 強度의 特性을 가질 수 있는 方向으로 技術研究가 계속 되어왔다.

研究의 目標가 된 것은 材質과 主要元素의 影響, 이 것은 어느정도 研究室에서 充分히 進行할 수 있었으나 이 以外 現場에 있어서의 經驗에 따른 特殊技術이 必要하였다.

Roll의 形狀은 比較的 簡單하여 누구나 製造에 關心을 가지고 있지만 막상 만들어 보면 鑄造缺陷이 無數히 發生하여 roll이 되지 못하거나, 설혹 된다고 하더라도 不良率이 높아 採産성이 없다.

Roll의 表面은 pine hole 한개도 허용치 않으며, 硬度的 偏差도 허락치 않는다. 따라서 roll을 製造 하려면, 실험실에 의한 材質研究와 實際 roll에 있어 鑄造技術과의 兩面의 축적된 연구와 기술이 필요한 것이다.

일본에서 1932~1933사이 Ni,Cr을 配合한 Ni-hard 合金 chilled roll을 發明하였다(MR. TANIGUCHI) 硬도는 HS 90 (쇼와경도), 열처리가 아닌 安定된 硬도를 가진 Chilled Roll였으며, 錫도금 판을 만들어 品質을 一新하였다.

또한, 1937년 OTANI氏는 中拔 Roll 製造技術 (Double pouring roll process) 特許를 얻었으며, 表面硬도에 重點을 두어 外管은 HS95 程度의 高硬도를, 內部는 強靱한 재질에 要念한 優秀한 Roll을 製造하여 鋼材 生産에 驚이적인 기록을 수립하였다. 形鋼 roll의 變遷에 대하여 알아보면 angle, channel 과 같이 溝形 Roll은 表面硬도가 높으면 홈부분이 절단되며 또 한편 硬도가 낮으면 마모가 심하여 鋼材回收率에 影響을 준다.

最初 溝形 roll에는 sand roll이 使用되었다. 組織은 pearlite 地에 片狀黑鉛이 있는 安定된 roll 이다.

그 다음, Ni, Cr을 配合한 grain roll이 出現하여 硬도와 強度를 向上시켜 상당히 좋은 製品을 만들었으며, roll의 마모율 (ton per mm)도 낮아졌다.

또한 흑연을 球狀化시킨 ductile roll이 開發되어 한층 더 強度를 補完하고 마모율도 向上시켰다.

2. Roll의 種類와 特性

2-1. 普通 Chilled Roll의 化學成分 및 特性

Chilled roll은 熱間作業의 代表的 roll로서 이 稼動表面層은 完全 Chill로서 黑鉛이 없고, 열에 대해서는 가장 安定된 경도를 가지고 있다.

Roll 자체의 온도가 급상승하지 않는 한 450~550 C°정도에서 充分히 作業할 수 있다.

이 경우 냉각수를 사용하지 않는 상태로 소위 Hot Roll로서 使用되는 것이다.

\* 東洋金屬工業(株)理事

普通 Chilled Roll

종 류	化 學 成 分 (%)					cementite 量 채적(%)	쇼아경도 Hs	Chill 깊이 mm
	C	Si	Mn	P	S			
粘 質	2.7~2.9	0.6	0.30	0.5	0.10	33~35	56~58	10~20
中 質	3.0~3.3	0.6	0.30	0.5	0.10	37~42	60~64	10~18
硬 質	3.3~3.7	0.5	0.30이하	0.5	0.10	42~49	64~70	10~18

※ Mo = 0.3~0.5 含有

被壓邊材가 熱을 必要로 하던가, 또한 薄物을 壓延할 경우, 保溫을 필요로 하는 경우에 적합하다.

優秀한 roll maker는 高品質의 木炭鐵을 配合하여 強脫酸 분위기에서 용해하여 만들며, 이때 만들어진 roll은 他 roll에 比較하여 化學成分은 同一할지라도 다음과 같은 특성을 나타낸다.

龜甲形 crack이 적고, chill層은 mottle部에 검은 띠를 두른 것 처럼, 멋진 광택을 나타낸다. 耐마모성이 우수하며, 수명도 길다.

Chill 表面層에는 흑연이 없으며, 검은 흑연이 비산하지 않으므로 페인트, 잉크, 제분, 제과, 약품과 같이 不純物이 들어가서는 안될 경우, 변색되어서는 안될 경우에 이 Roll이 적합하다. 이 이외 다음과 같은 용도가 있다.

中小形 仕上 Roll, 伸銅 Roll, 伸鉛 Roll, 고무, 비닐, 製紙用, 카렌다 Roll, 伸Al Roll, 薄板仕上 Roll 등이다.

2-2. 合金 Chilled Roll의 化學成分과 특성

合金 Chilled Roll

종 류	化 學 成 分 (%)					시멘타이트량 채 적 (%)	쇼아경도 Hs	Chill 깊이 mm
	C	Si	Ni	Cr	Mo			
저 합 금 chilled roll	3.0~3.8	0.3~0.8	< 2.0	0.3~1.0	< 0.5	37~51	65~75	10~20
고 합 금 chilled roll	3.0~3.8	0.3~0.8	2.0~6.0	0.5~1.5	< 0.5	37~51	75~95	10~20

보통 chilled roll은 硬度가 Hs 60程度로 비교적 낮으나, 高度의 壓延材를 要求할 때 合金 chilled roll이 사용된다.

硬度는 Ni, Cr, Mo의 配合에 따라 HS 70~HS 80 그리고 HS 90도 만들 수 있다. 이러한 硬度의 變化는 Ni量에 따른 cementite와 sorbite 또는 troostite, martensite 등으로 되는 것이다.

上記 組織으로 熱間에서 使用할 때, 300 ℃ 以下の 溫度에서 作業을 하지 않으면 안된다. 적당한 作業溫度로 될때까지 서서히 昇溫시켜야 한다.

만약 온도가 높아지면 冷却水로서 徐冷시켜야 한다. 주로 使用되는 분야는 薄板熱間仕上, 冷間仕上 Roll, 鋼소강판仕上 Roll, 비철금속 냉간사상, 純材壓延用 등이다.

2-3. Grain Roll의 化學成分 및 특성

Grain Roll

종 류	化 學 成 分 (%)					쇼아경도 Hs
	C	Si	Ni	Cr	Mo	
저합금 Roll	3.0 ~3.5	1.0 ~2.4	<2.0	0.5 ~0.7	<0.5	40~65
고합금 Roll	3.0 ~3.5	<1.5	2.0 ~4.5	0.5 ~1.5	<0.5	57~90

1940년頃 美國에서 sand roll을 改造한 grain roll의 需要가 많아졌다.

이 roll은 Ni, Cr을 配合하여 graphite 組織을 微細化하여 條鋼形鋼 Roll의 oval 또는 finishing 用으로 供給되었다.

초기에는 硬度가 낮고, 마모가 심하였으며, 表面이 거칠어서 1캐리바 30~100톤 정도로 生産性이 낮았으나 이를 改良하여 chilled roll과 grain roll의 中間材質로 만들어 1캐리바 200~400톤 정도로 改

良되어졌다.

이 roll 은 變速度 壓延 roll 에 많이 使用되며, 특히 Chilled Roll 의 短點인 chill 層의 chipping 현상과 Heat crack 을 防止하는데 큰 역할을 하였다.

硬磨耗度는 用途에 따라 다르나, 1 當 壓延 噸수가 1000 噸 이상에 達하였다.

從來의 grain roll 의 抗張력은 20 kg/mm<sup>2</sup> 인데 반해 近年에는 35 kg/mm<sup>2</sup> 이상으로 발전되었다. 用途로서 大·中·小形組 roll, 中間 또는 仕上 roll, 열간厚板用 roll, 熱間薄板用 roll 등이다.

2-4. 中拔合金 Roll (Double Pour Alloy Chill Roll)의 化學成分 및 特性

中拔 合金 Roll

종 류	化 學 成 分 (%)					쇼 아 경 도 Hs	
	C	Si	Ni	Cr	Mo		
高 合 金 中 拔 Chilled Roll	外	3.0~3.8	< 1.0	2.6~6.0	0.5~1.5	< 0.5	70~95
	內	2.8~3.0	1.0~1.5	-	-	0.2~0.4	인장강도 kg/mm <sup>2</sup> 25~35
高 合 金 中 拔 Grain Roll	外	3.0~3.8	< 1.5	2.0~4.5	0.5~1.5	< 0.5	70~95
	內	2.8~3.0	1.0~1.5	-	-	0.2~0.4	인장강도 kg/mm <sup>2</sup> 25~35

中拔 Roll 은 日本 OTANI 社가 처음 개발한 roll 로서 外層과 內層을 別途로 熔解하여 置換하여 鑄込하는 方法으로서, 外層은 胴部表面에 해당하는 부분으로서, 強壓서 건디며, heat crack 을 일으키지 않는 材質을 鑄込한 것이며, 內層은 強靱한 材質로서 中心部에 鑄込한 roll 이다.

從來의 roll 은 外層의 硬도를 어느정도 낮게 하지 않으면 內層의 強度를 유지하기 힘들다.

이런점에서 內層과 外層을 各各 다른 材質로서 研究하지 않으면 안된다.

예를 들면 外層은 高合金 chill 材質을 使用하고, 內層은 強靱한 FC30 이나 ductile 주철로 鑄込可能한 것이다.

현장의 鑄造技術로서 가장 힘든 作業이나 cupole 에서는 이 두가지 材質을 同時에 熔解곤란하며, cupola 와 유도로 로서 용해한 다면 二重材質을 同時에 鑄込可能하다. 현재 많은 量의 roll 이 이 方法에 依하여 製造되고 있으며 國內에서도 3 社에서 우수한 roll 을 製造하고 있다.

10여년前 日本의 KUBOTA 社는 中拔 roll 생산의 idea 를 遠心鑄造에 利用하여 各種 二重 roll 를 量産하는데 成功하였다.

여기서 中拔 grain roll 의 特性을 열거하면,

① 壓延에 있어 急冷, 急熱에 對하여 安定성이 우수하고, 龜甲 crack 이 생기지 않는다.

② 作業中 잘못이 있어 中斷사태가 발생되여도 흠이 많아 再研磨하면 새로운 roll 로서 사용 가능하다.

③ 強靱성이 높기 때문에 壓下를 어느정도 많이 걸려도 胴部나 metal 部の 절손 등의 우려가 없고, 強壓, 高壓 壓延에 많이 이용되고 있다.

2-5. Ductile Roll 의 化學成分과 特性

덕타일 roll 은 球狀黑鉛의 組織을 가진 주철 roll 로서 強靱도는 grain roll 보다 높다. 硬도는 Ni,

DCI Roll

종 류	化 學 成 分 (%)					예상인장강도 kg/mm <sup>2</sup>	쇼 아 경 도 Hs
	C	Si	Ni	Cr	Mo		
보 통 Roll	3.2~3.6	1.5~2.5	-	-	< 0.3	50~55	35~45
저합금 Roll	3.0~3.4	1.5~2.5	0.3~2.0	0.1~0.7	< 0.3	55~65	45~60
고합금 Roll	2.9~3.3	1.5~2.5	3.0~4.5	1.0~1.5	< 0.5	70~85	60~75

Cr을配合하여 HS 70~Hs 75까지 얻을 수 있다.  
구상흑연조직은 그 生成過程에서 stress(응력)가 있으므로 응력을 제거하지 않으면 안정한 조직을 얻을 수 없다. 때문에 tempering에 의하여 安定된 roll을 얻을 수 있다.

Tempering 溫度는 roll徑에 따라 多少차이는 있으나 大略 550℃~580℃범위에서 일정시간 holding(경도를 감안하여) 후 air cooling(空冷)시킨다. 主用途는 大·中·小形의 粗 roll, oval, 仕上用, 熱間 厚板用 roll 등에 使用된다(다음호 계속)

### 해외문헌소개

- |   |   |
|---|---|
| <p>17) 鑄物砂混練작업에 있어서 Moldability의 豫測과 制御<br/>鑄物 Vol.58 (1986) No.1 P.33~39</p> <p>18) 發熱鑄形法으로 인한 結晶制御에 관한 研究<br/>鑄物 Vol.58 (1986) No.1 P.46~52</p> <p>19) 噴霧法으로 인한 各種粒子의 鑄鐵中으로의 分散<br/>鑄物 Vol.58 (1986) No.1 P.53~58</p> <p>20) 熱間靜水壓加壓法の 現狀과 技術動向<br/>鑄物 Vol.58 (1986) No.3 P.3~8</p> <p>21) The CO<sub>2</sub> Gas Harding Rapid Molding Process Using COpoly mer of Isobutylene and Maleic Anhydride as a Binder.<br/>鑄物 Vol.58 (1986) No.3 P.19~24</p> <p>22) Forgeability and Properties of High Carbon and Chromium.<br/>鑄物 Vol.58 (1986) No.3 P.25~31</p> <p>23) Behavior of Molding Sands with Starch under Repeated Use<br/>鑄物 Vol.58 (1986) No.3 P.37~42</p> <p>24) Relationship between Heat Treatment Structure and Toughness in Nickel Added Spheroidal Graphite Cast Iron.<br/>鑄物 Vol.58 (1986) No.3 P.48~53</p> | <p>25) 銅合金鑄物에서의 熱處理<br/>JACT news No.350 P.20~22</p> <p>26) 鑄物用亞鉛合金<br/>JACT news No.350 P.25~29</p> <p>27) 連續金型鑄造設備에 관하여<br/>JACT news No.351 P.27~32</p> <p>28) Metal filtration in the mould.<br/>Castings Vol.31 No.7~8 P.30~38</p> <p>29) Cold-Box Coreshooter improves output and Conditions at tubemakers.<br/>Castings Vol.31. No.9-10 P.32~34</p> <p>30) Pouring rate, Pouring time and Chooke design for SG iron castings.<br/>The British Foundryman Vol.78 part10 P492~498.</p> <p>31) Ferro-alloys in the service of the iron &amp; steelmaker.<br/>The British Foundry man Vol.78 Part 10 P.499~503</p> <p>32) Effect of internal Chills on piping, and Soundness of aluminium castings and aluminium alloy.<br/>The British Foundry man Vol.78 part10 P511~516<br/>(崔昌鉉)</p> |
|---|---|