

可 鍛 鑄 鐵

洪 鍾 徽*

1. 緒 論

本是鑄鐵이란 鋼鐵基地에 遊離炭素인 黑鉛이 混在된 것이므로 基地組織은 鋼鐵에 準하게 되므로 鑄鐵 特有한 點은 黑鉛의 形狀, 微細度 및 分布에 있다.

이렇게 생각할때 鋼鐵보다 炭素量을 많이 含有시켜 複雜한 物件을 量産할 수 있는 鑄造性을 높이고 反面이 不純物格인 黑鉛存在 때문에 鑄鐵의 가장 致命的인 強度低下와 脆弱性을 招來하게 된 것이다.

따라서 強度 向上과 脆性減少가 바로 鑄鐵材質 改善策이다. 이中에서 脆性を 減少시켜 可鍛性을 附與하는 것이 바로 可鍛鑄鐵을 誕生시키게 한 驅動力이다. 平凡한 常識으로 生覺해보면 鑄鐵의 特性인 鑄造性을 充分히 살리고 또한 可鍛性을 나타나게 하여야 하므로 自然히 熱處理에 의해서 基地組織을 페라이트 乃至는 파라이트化 시키면 된다는 것은 自명한 것이다.

可鍛鑄鐵의 原價는 거의 大部分이 이 熱處理에 의해서 左右되며 熱處理時間短縮이 가장 큰 當面課題이다.

可鍛鑄鐵 製造過程을 考察해 보면 鑄鐵을 脫炭에 의해 鋼鐵로 만드는 白心可鍛鑄鐵과 鑄鐵中의 Fe_3C 를 黑鉛化에 의해 matrix를 ferrite化하는 黑心可鍛鑄鐵로 나뉘지게 된다.

前記한 바와 같이 白心可鍛鑄鐵은 純全한 脫炭反應이며

$$\text{即 } C=C_0 \operatorname{erf}\left(\frac{x}{2\sqrt{Dt}}\right) \text{로 나타난다.}$$

여기서 C_0 : 白心의 炭素濃度

D : 熱處理溫度에서의 炭素擴散係數

t : 熱處理時間

x : 表面부터 떨어진 거리

erf: Gibbs의 誤差函數

C : 上記條件下에서의 炭素濃度

로 되어 溫度가 높으면 炭素의 擴散係數 D 가 커져서 ($D=D_0e^{-\frac{Q}{kT}}$) C 는 C_0 보다 顯著히 작어지고 또 時間 t 가 커져도 같은 效果가 되어 脫炭反應이 活潑해지므로 可鍛化가 잘 進行된다.

上式에서 x 가 커짐에 따라 脫炭濃도가 작은 것을 말한다. 即 白心可鍛鑄鐵製品에서는 두터운 物件 即 x 가 큰 場所의 脫炭은 제대로 되지 않는다는 것을 나타내주고 있으며 이것은 白心可鍛鑄鐵品은 自然히 두께의 制限을 받게 된다는 것을 暗示하고 있는 것이다.

다음 黑心可鍛鑄鐵의 境遇는 黑鉛化에 의한 것이며 黑鉛化의 機構는 첫째로 遊離 Fe_3C 가 austenite에 溶解되고 둘째로 過飽和된 austenite로부터 黑鉛이 析出하는 過程이다.

따라서 前者의 反應이 빨리 일어나기 爲해서는 austenite와 Fe_3C 와의 接觸面積이 커야한다. 이렇기 爲해서는 白銑製造時 凝固速度를 빨리해서 微細化시켜야 한다. 따라서 實際的으로는 生砂型보다 冷却能이 큰 CO_2 鑄型에 鑄込하면 더욱 效果的이다.

析出段階에서는 溫度가 높을수록 黑鉛化時間이 短縮된다.

實際로 現場에서 熱處理時間을 短縮시키는 方法은 다음 두 方法에 의하는 것이 좋다.

첫째는 爐內雰圍氣調節에 의한 裸燒鈍에 의해 熱效率을 높이는 方法과 둘째로 特殊元素添加로서 Fe_3C 分解를 促進시켜 熱處理時間을 短縮시키는 方法 등이 있다.

外國에서 하고 있는 組成과 熱處理方法을 紹介하면 表 1과 같다.

熱處理爐는 大部分이 連續爐이고 燃料은 第一段黑鉛化에서 自然 gas로, 第二段黑鉛化때는 電氣로 하고 있으며 爐內雰圍氣調節에 의한 裸燒鈍을 하고 있다.

우리나라의 境遇는 熱處理爐內雰圍氣가 酸化性이기 때문에 燒鈍 pot를 使用하게 되며 製品이 爐內溫度에 到達되기까지는 相當한 時間을 要하여 熱效率이 大端하 나쁘다.

* 高麗大學校 工科大學 教授

〈表 1〉 各國의 可鍛鑄鐵 化學 組成

組 成 國 別	C	Si	Mn	P	S	Bi	B	鑄込溫度 (°C)
네덜란드	2.55~2.75	1.2~1.4	0.4	0.05	0.4	0.001	0.0015	1450
獨逸	2.65	1.32	0.55	0.06	0.16	0.001	0.004	1560
日本	2.3~2.5	1.0~1.2	0.3~0.4	<0.03	0.09~0.11	Cr<0.03	<0.0005	1500

日本에서는 木炭變成爐에서 CO gas에 의해 爐內霧圍氣를 調節하고 있다. 또 歐羅巴에서는 各種 gas 燃料를 燃燒시켜 이때의 N₂ gas를 利用한다.

即 壓縮空氣와 푸로판 또는 부탄 gas를 混合시켜 燃燒室에서 燃燒시켜 이 燃燒 gas는 15% Monoethanol amin 水溶液에서 CO₂ gas를 除去하고 CO₂가 除去된 燃燒 gas는 冷凍機中에서 脫濕하고난 保護 gas를 使用하면 爐內霧圍氣는 還元性이 되어 裸燒鈍이 된다. 保護 gas의 化學組成은 表 2와 같다.

〈表 2〉 保護 gas의 化學組成(%)

CO ₂	O ₂	CO	H ₂	N ₂
0.0	0.0	0.0	2.8	97.2
0.0	0.2	0.2	2.8	96.8

또 黑鉛化 促進元素는 15B-Fe와 純粹한 蒼鉛 添加로 調節한다. 外國의 熱處理 cycle 現況은 그림 1과 같다.

2. 可鍛鑄鐵의 性質

(1) 黑心可鍛鑄鐵

白銑이 生成될때의 收縮率은 鎔이로서 20/1000程度되며 黑鉛化에 의한 팽창은 炭素量에 의하여 相異하나 炭素가 2.20% 일때 14/1000이고 2.80%일때 18/1000이 되며 이때 膨脹은

$Fe_3C \rightarrow 3Fe + G$ 의 反應에 의한다.

電氣抵抗은 炭素含量의 影響을 거의 받지 않으나 他元素의 含有量에 따라 달라진다.

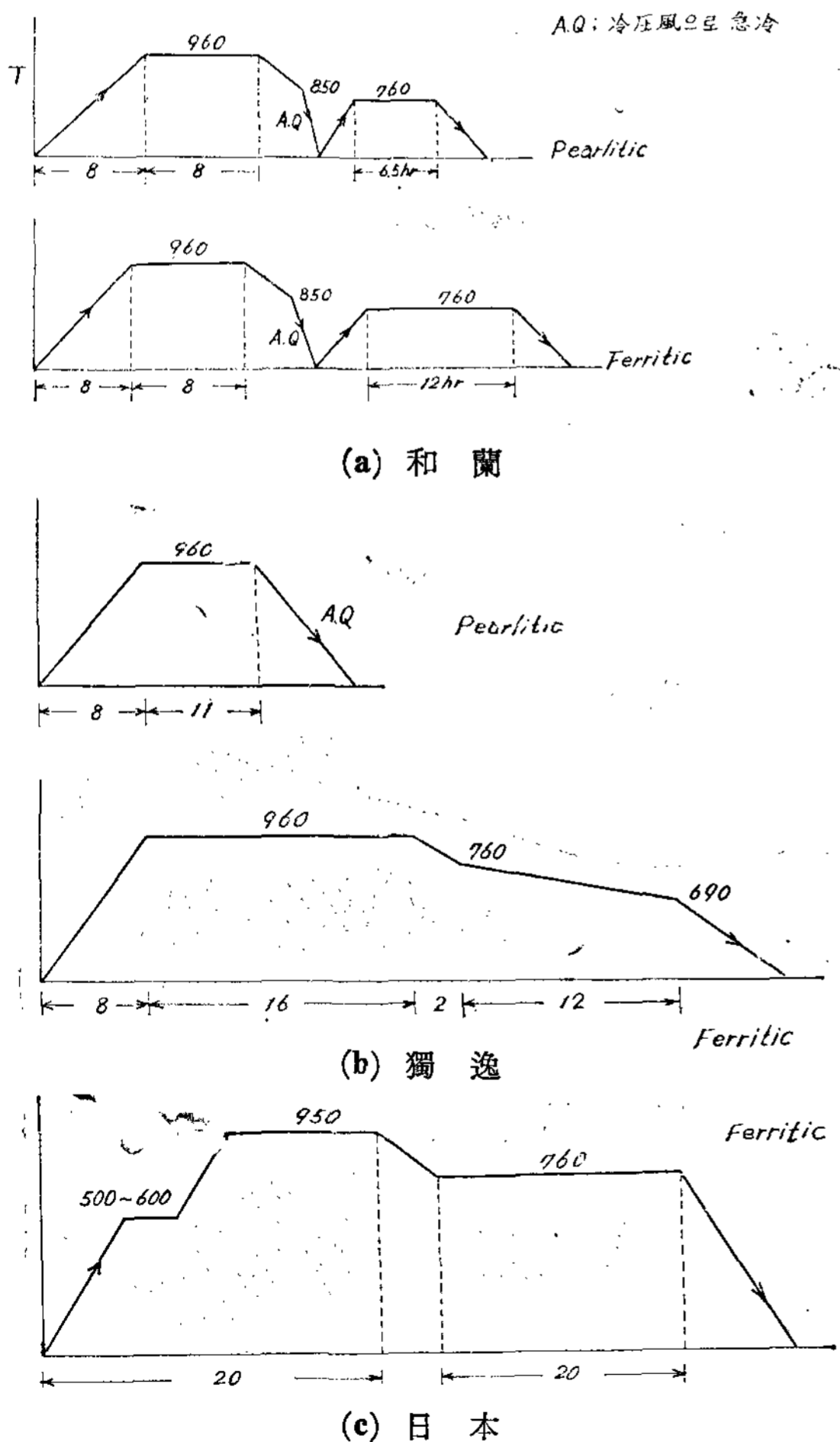
2.50~2.64% C, 0.90~1.05% Si, 0.35~0.39% Mn의 黑心可鍛鑄鐵에서 20°C 때의 比抵抗은 $27 \sim 34 \times 10^{-6} \Omega \text{cm}$ 이다. 또 溫度增加와 더불어 電氣抵抗은 增大한다. 이것은 一般的으로 溫度增加와 더불어 vacancy의 平衡濃度는 指數函數的으로 增加하기 때문이다.

$$[n_v = N \exp \left(\frac{-\Delta E_v}{kT} \right)]$$

磁氣的性質은 黑心可鍛鑄鐵의 基地가 比較的 小量의 Si, Mn 등을 含有한 ferrite이고 化合炭素 含量은 大端히 낮고 黑鉛形狀은 塊狀이므로 基地의 連續性을 低下시키는 일이 적으므로 優秀한 磁氣性質을 나타낸다. 即 透磁率이 높고 抗磁力 및 磁氣 hysteresis 損失이 적다. 化合炭素 含量이 높아짐에 따라서 抗磁力이 增大하므로써 黑鉛化의 進行度의 判定手段으로 使用할수도 있다.

黑心可鍛鑄鐵의 一般的인 機械的性質은 表 3과 같다.

黑心可鍛鑄鐵의 引張強度는 低炭素鋼壓延製品, 鑄鋼, 鍛鋼等에 比해서 낮으나 그 耐力은 比較的 높다. 鋼의 降伏點은 引張強度의 약 50%인데 比해서 黑心可鍛鑄鐵



〈그림 1〉 各國의 可鍛鑄鐵 熱處理 例

〈表 3〉 黑心可鍛鑄鐵의 一般的性質

引 張 性 質	一 般 值
引張強度(kg/mm ²)	36.0
耐力(kg/mm ²)	23.4
耐力/引張強度(%)	65
延伸率(%)	12
포이손比	0.17

의 耐力은 一般的으로 引張強度의 약 65%이며 實用上大端히 有利하다. 炭素含量이 낮아짐에 따라서 引張強度, 耐力 및 延伸率 모두 增大하고 있다.

黑心可鍛鑄鐵에 0.50~1.25%의 Cu 를 單獨으로 添加하든가 또는 0.50%까지의 Mo 과 같이 添加하면 引張強度는 增大하고 延伸率은 거의 減小하지 않는다. 1.25% Cu 를 含有하는 黑心可鍛鑄鐵의 引張強度는 37~42kg/mm², 耐力은 27~32kg/mm² 이다. 0.75% 以上の Cu 를 含有하는 黑心可鍛鑄鐵은 析出硬化處理를 시킴으로서 引張強度를 더욱 7~11kg/mm² 높일수가 있다. Cu 와 Mo 兩者를 適當量 添加하며는 引張強度는 41~46 kg/mm², 耐力은 28~32kg/mm², 延伸率은 15~20%로 된다.

黑心可鍛鑄鐵에 壓縮荷重을 加하며는 彈性變形에 이어서 큰 塑性變形後 파괴한다. 이 壓縮強度는 약 150 kg/mm², 壓縮降伏點은 25kg/mm²이다. 壓縮彈性率은 引張彈性率과 거의 같고 1.76×10⁴kg/mm²이다.

引張強度가 37.4kg/mm², 耐力이 25.8kg/mm², 延伸率이 17.5%되는 것의 剪斷強度는 30.2kg/mm², 剪斷降伏點은 15.1kg/mm², 剪斷彈性率은 0.88×10⁴kg/mm²이며 剪斷強度와 引張強度의 比는 약 80%이다.

黑心可鍛鑄鐵의 疲勞限度는 약 18kg/mm²이며 疲勞限度와 引張強度와의 比는 0.5이다. 硬度는 H_B 115~135 範圍이며 炭素含量의 減少와 Si 含量의 增加와 더불어 增加하고 있다.

溫度가 -200~450°C 範圍일때 350°C 까지에서 引張強度는 若干 變化하고 있으며 溫度가 더욱 增加하면 急激히 低下한다.

耐力도 溫度變化에 따라서 引張強度와 거의 비슷한 增減傾向을 나타낸다. 伸率은 200°C 에서 極小值를 나타내고 溫度가 200°C 보다 더 上昇하면 顯著히 增大한다. 650°C 에서의 伸率은 常溫의 약 2.5배이다.

黑心可鍛鑄鐵은 이것과 同等以上の 強度를 갖는 鐵鋼材料와 比較하면 切削性이 가장 우수하다. 即 硫黃快削鋼을 100으로 하였을때 黑心可鍛鑄鐵은 120이고 炭鑄鐵은 60~80, 또 鑄鋼은 70으로서 切削性이 優秀함을 알 수가 있다.

振動減衰能이 優秀하며 10.5kg/mm² 및 21.0kg/mm²의 應力水準에서 黑心可鍛鑄鐵의 振動減衰率은 鑄鋼의 3배, 球狀黑鉛鑄鐵의 약 2배이다.

0.7kg/mm² 程度의 低應力水準에서의 黑心可鍛鑄鐵의 減衰率은 強靱鑄鐵과 거의 비슷하다.

黑心可鍛鑄鐵의 熔接은 바람직하지 못하나 Fe-Ni 系 熔接棒使用으로서 組織變化를 작게 할 수 있게 되고 또 低水素系 熔接棒을 使用함으로써 熔接缺陷을 방지할 수 있다. 이렇게 함으로서 熔接部의 引張強度 및 耐久力은 母材와 흡사해지나 延伸率은 母材의 50%로 된다. 따라서 큰 引張 및 衝擊荷重이 作用하는 部分에는 黑心可鍛鑄鐵의 熔接을 할 수 없으나 荷重이 작을때는 熔接이 可能하며 熔接後 熱處理에 의해서 그 部分의 機械的性質을 改善할수도 있게 된다.

(2) 白心可鍛鑄鐵

白心可鍛鑄鐵의 物理的性質을 表 4에 表示하였다.

〈表 4〉 白心可鍛鑄鐵의 物理的性質

比 重	—	7.20~7.50
比 熱	0~400°C	0.12~0.14cal/°C gr
熱膨脹係數	0~500°C	13~15×10 ⁻⁶ /°C
熱傳導度	27°C	0.122cal/s·cm ² ·°C/cm
電氣抵抗	20°C	27~41MΩ·cm
抗 磁 力		2.2~12.9 Oe

白心可鍛鑄鐵을 壓縮할때의 變形率은 表面의 脫炭層 때문에 良好하다.

完全히 熱處理가 되어 脫炭된 白心可鍛鑄鐵은 高溫加熱後 急冷한 다음에도 變形率이 그다지 低下안되는 特性이 있다. 이 特性때문에 高溫臘膜 또는 熔接을 必要로하는 部品에 使用되며 또한 強靱性도 損失안된다.

얇은 製品은 軟鋼과 거의 비슷한 切削性을 나타내며 살이 두꺼운 製品은 內部組織을 黑鉛化 또는 球狀化 pearlite 로 만들어 切削性을 向上시킬 수 있다.

熔接性은 黑心可鍛鑄鐵과 달리 白心可鍛鑄鐵의 脫炭部는 容易하게 熔接이나 鑄납질을 할 수 있다. 熔接하려할 때에는 熔接部 母材의 殘留炭素가 可能的限 낮은 것이 바람직하다. Si 는 酸化되기 쉽고 핀 홀의 原因이 되므로 되도록이면 낮은 것이 좋다. 硫黃은 熔接加工을 하려는 部品에는 可及的 낮은 쪽이 좋고 0.15%이하가 바람직하다.

(3) 파라이트 可鍛鑄鐵

파라이트 可鍛鑄鐵의 物理的性質을 表 5에 表示하였다.

파라이트 可鍛鑄鐵은 引張強度가 40~80kg/mm² 이고 延伸率이 2~12%範圍이다.

〈表 5〉 파라이트 可鍛鑄鐵의 物理的 性質

比 重	熱 膨 脹 率	熱 傳 導 度 (cal/cm ² / cm/°C/s)	電 氣 抵 抗 (μΩ/cm)	保 磁 力 (Ge)	比 熱 (cal/°C/gr)	熔 融 點 (°C)
7.20~7.42	1.2×10 ⁻⁵	0.138~0.151	38.2~41.2	1.19~7.39	0.122	1100~1400

파라이트 可鍛鑄鐵에서는 引張試驗時 降伏點測定이 困難하므로 耐力으로 나타난다.

파라이트 可鍛鑄鐵은 變態點 近方의 高温에서 長時間 使用하며는 球狀化가 進行되어 硬度가 低下되기 쉽고 引張強度도 次次 低下하므로 一般的으로는 400°C 以下에서 使用하는 것이 좋다.

耐磨耗性面에서 파라이트 可鍛鑄鐵은 優秀하다는 것이 特徵이다. 製品의 特定部分을 表面硬化 또는 局部燒入 시키므로서 耐磨耗性을 容易하게 向上시킬 수 있다. 또 硬化能이 大端히 크다. 即 파라이트 可鍛鑄鐵은 0.3~0.9%C 를 Fe₃C 形態로서 基地中에 散在시킨 組織을 나타내므로서 變態點以上으로 加熱後 急冷시킴으로써 容易하게 燒入硬化가 된다. 또 파라이트 可鍛鑄鐵은 約 700°C 로 長時間 維持하였을때 만 鐵合金에 比해서 耐酸化性이 優秀하다.

3. 可鍛鑄鐵의 用途

可鍛鑄鐵은 自動車를 爲始하여 鐵道, 産業機械, 電氣機器, 관 이음쇠 및 農機具等 各分野에 使用되며 製造方法이 相異한 黑心可鍛鑄鐵, 白心可鍛鑄鐵 및 파라이트 可鍛鑄鐵에 따라 各各 使用하는 目的이 다르다. 各鑄鐵의 種類에 따라 그 用途를 分類하면 다음 表6, 7, 8과 같다.

〈表 6〉 黑心可鍛鑄鐵의 用途

大分類	小分類	用 途
自 動 車	乘用車	하브, 디화렌살기아 카리아, 디화렌살기아케이스, 베어링 켈, 도아힌지, 레바아무, 스테어링 기아 케이스, 트랜스밋송 케이스, 오이루 리테이나, 윙기아 케이스, 유니바 샬 조인트, 크랭크 뿌리, 푸라켓트等
	트럭 및 버	하브, 스테어링 기아 케이스, 크랏지 페달암, 부레키 페달, 부레키드람, 아크셀 페달, 베어링 하우스, 부레키 슈, 트랜스 밋송 케이스, 유니바샬 조인트, 레바類
	二輪車	엔징레바, 부레키 페달, 드럼, 킥암, 사이드 스텐드, 스프로켓트 호일, 메기

鐵 道		소 스토 조인트, 킥 페달, 푸라켓트類
	車輛	롯크 핸들, 캣뿌라 푸라구, 기아, 요크, 기아 케이스, 힌지, 스트립바, 레바種類뿌리, 푸라켓트類
産 業 機 械	信號機 및 保安機	랏지 핸들, 카리아, 기아, 軸受, 나트, 아-므, 스프링 바침, 케이스 힌지, 후레임, 드라이바, 롯가 가이드等
	産業車輛	하브, 팩킹카바, 시린다 카라, 엔드카바, 부레키 슈, 부레키 드람, 샤프트 휘크, 인페라 칼링, 뿌리, 에아 시린다, 냉금, 軸受, 레바類, 푸라켓트類.
	運搬機械	하브, 베어링 아자스타, 크랏지 페달, 부레키 슈, 부레키 드람, 베어링 켈, 링크 체임, 레비類, 푸라켓트
	섬유기계	샤프트 휘크, 핸들, 레바, 핀킹홀, 스텝키 소켓트, 후란지 기아, 스톱롯트
	化學機械	봄베용 쳇크링, 밸브레바, 롯크, 라지에-타, 닛플, 크람프, 爐器후란지, 가마나 本體, 칼링, 브레키 밴드, 롯크 本體, 후란지, 레바類, 푸라켓트類
	土木機械 및 鑛山機械	하브, 피스톤, 시린다 하우스, 부레키 슈 이음쇠, 카라 軸受, 크랏지板, 베어링 켈, 베어링, 조인트, 로-라 리테이나, 스투스트 왓샤, 드릴 아-무, 푸라켓트類
電 氣 機 器	壓縮機 및 送風機	밸브 시-트, 크랭크 샤프트, 기아 케이스, 밸브 후란지, 코넛크팅롯트, 카바類, 아-므類, 핸들類, 푸라켓트類
	其他産業機械	크람푸, 소켓트, 호일, 밸브, 페달, 항가, 핸들類, 레바類, 푸라켓트
	架線金具	와이아 크린, 칼링, 送電線크람프, 소켓트, 요크
	配線 및 照明器具	심플 나트, 붓싱, 유니온 칼링, 노-볼트 스타트, 인사-드 스타트, 롯크 나트, 코넛크팅 보더 나트, 고정 후랩 接點 아-므,

	其他의 電氣機器	요크, 기아 케이스, 이아카바, 베어링, 링그, 후레임, 드람, 잣크, 체잉 가이드, 크람프, 핸들類, 케이스類
管 繼 手	鐵管이음쇠	엘보, 벳드, 크란치, 칼링, 호스 이음 밴드, 볼트, 나트 조인트, 관 이음쇠類
農 機 具	農業機械	하브, 샤프트 휘크, 크랏지 손잡이, 핸들 부치는 金具, 카바, 變速레바, 뿌리, 낫클갯, 레바, 뿌라켓트類
其 他 用 途	船舶 및 漁具	滑車側板, 滑車, 油戶부치는 金具, 디젤엔진用 레바, 체잉가이드, 로-라링, 체잉
	工具 및 刃物	깎, 잣기本體, 파이프 컷타, 볼트 크릴과, 스파나, 낫뿔
	日用品 및 其他	앙카 볼트, 도아用 金具, 볼트座金, 볼트, 나트, 가위 손잡이, 병마개 따개

〈表 7〉 白心可鍛鑄鐵의 用途

大分類	小分類	用 途
自 動 車	乘 用 車	도아힌지, 시후트 휘크
	추 력 및 齒 車	디화렌살 기아 케이스, 요크, 도아힌지, 시후트 휘크, 수잉 아-므, 스프링 샤클
	二 輪 車	헤드 랫크, 휘크 조인트, 핸들조인트, 체인지 레바, 부-레키 페달, 스탠드 킷크 페달,
鐵 道	車 輛 信號機	貨物놓는 아-므, 特殊繼手體 로-라 카리아, 타이크릴
產 業 機 械	섬유기계	크릴, 니 부레키, 니 부레키 훗크, 스피들 랫치
	化學機械	가바나-, 라젯트 아-므, 시후타-, 코넡크팅 룯드, 시후타-샤프트, 아크셀 뿌라켓트, 후라이 호일, 아크셀 크란치, 벨브 핸들,
	其他產業機械	스리-브 푸렛샤-, 웨아 푸레-트, 스리-브, 푸라구, 체인 호일, 레바類, 핸들類
電氣機器	架線金具	와이아 크릴, 크람프 사스펜손, 사스펜손 항가, 유리 크릴
	照明器具	붓싱, 콘젯드 룯크나트

農 機 具	農業機械	메탈軸, 조인트, 베어링 케이스, 메탈 케이스, 본넛트 부치는 金具, 變速메탈, 로-타리 主軸, 베어링 케이스, 시후트 휘크, 레바-類, 뿌라켓트類
其 他 用 途	船 舶	도아 크람프, 체인 스탠드, 유니바-살 조인트
	工 具	핸드 바이스, 스파나, 파이프 렌치, 몽키렌치, 파이프 컷타, 크릴과-,
	自轉車	휘크 바침, 시-트 랫크, 항가-랫크, 핸들 랫크, 헛드 랫크, 헛드 밴드, 組立自轉車用繼手
	日用品	도아 쳇크, 낫뿔, 나트, 핸들用 金具, 이음쇠用 金具

〈表 8〉 파라이트 可鍛鑄鐵의 用途

大分類	小分類	用 途
自 動 車	乘 用 車	하브, 디화렌살 기아 케이스, 스리-브, 시후트 휘크, 도아힌지, 베어링 크 기아 깎, 카리아, 룯카 아-므, 크 랫크 샤프트, 붓슈, 낫클 후란지, 아-므類, 뿌라켓트類, 조인트類
	트럭 및 齒 車	하브, 디화렌살 기아 케이스, 카바 사포-트, 샤프트 휘크, 아자스팅 카-바, 유니바-살 조인트, 뿌리, 오일 폼푸 기아, 룯카- 아-므, 크 랫크 샤프트, 뿌라켓트類
	二 輪 車	스프로 켓트 호일, 크랏치 보스, 變速리-드, 變速감, 시후트 휘크, 크랏치板, 크 랫크 샤프트, 부레-키 아-므, 감 샤프트, 스프로 켓트, 디화렌살기아 케-스, 붓슈, 기아類
產 業 機 械	섬유기계	齒車, 뿌라켓트, 아-므,
	化學기계	코넡크팅 룯드, 크 랫크 샤프트, 벨브 시-트
	壓縮機	폼푸 케-싱, 베벨기아, 크랏치 기아, 붓슈, 레바類
	鑛山기계	齒車, 룯크레후트, 시후트 휘크, 후로-빙 시-트, 룯카 아-므, 뿌라켓트類, 레바-類
	其他產業 기계	코넡크팅 룯드, 피스톤, 레바, 유니바-살 조인트

電氣機器	架線金具	달 變化 이음쇠
	配 線	와이어 크립
農機具	農業기계	시후트 휘크, 軸受, 噛 軸, 噛기아, 코넡크팅 룯드, 윗 기아, 콘 룯드 噛, 레바一類
其 他	工 具	볼트 크립과, 몽키-렌지, 가위

4. 規 格

各國의 工業規格을 比較하면 다음과 같다.

(1) JIS(日本工業規格)

規格番號

G5702 : 黑心可鍛鑄鐵

G5703 : 白心可鍛鑄鐵

G5704 : 파라이트 可鍛鑄鐵

〈表 9〉 JIS에 의한 可鍛鑄鐵 分類

種 類	記 號	살 두께 (mm)	引 張 試 驗				備 考
			試 片 直徑 (mm)	引張強度 (kg/mm ²)	耐 力 (kg/mm ²)	伸 率 (%)	
黑心可鍛鑄鐵品	1種 FCMB 28		14	>28	>17	>5	試片은 鑄放狀態이고 1種은 最大 살 두께가 8mm 未滿 일때 12mmφ이다
	2種 FCMB 32		14	>32	>19	>8	
	3種 FCMB 35		14	>35	>20	>10	
	4種 FCMB 37		14	>37	>21	>14	
白心可鍛鑄鐵品	1種 FCMW 34	5未滿	6	>32	—	>8	試片은 鑄放狀態로서 試驗한다
		5以上 9未滿	10	>34	>17	>5	
		9以上 15未滿	14	>36	>20	>3	
	2種 FCMW 38	5未滿	6	>36	—	>14	
		5以上 9未滿	10	>38	>19	>8	
		9以上 15未滿	14	>40	>22	>6	
파라이트 可鍛鑄鐵品	1種 FCMP 45		14 12	>45	>27	>6	試片은 14mmφ의 鑄放狀態로서 試驗한다
	2種 FCMP 50		14 12	>50	>31	>4	
	3種 FCMP 55		14 12	>55	>35	>3	
	4種 FCMP 60		14 12	>60	>40	>3	
	5種 FCMP 70		14 12	>70	>52	>2	

耐力 決定은 永久伸率 0.2% 또는 荷重下의 全伸率 0.5%를 使用

(2) ASTM(美國材料試驗規格)

A 47—68 可鍛鑄鐵品

A 197—47 큐포라 可鍛鑄鐵

A 220—68 파라이트 可鍛鑄鐵

〈表 10〉 ASTM에 의한 可鍛鑄鐵 分類

種 類	級 別	引 張 試 驗				備 考
		試片直徑 (in)	引張強度 (PSi)	降伏強度 (PSi)	伸 率 (%)	
可鍛鑄鐵品	32510	5/8, 1/2	>50,000	>32,500	>10	試片은 5/8"의 鑄放狀態
	25018	5/8, 1/2	>53,000	>35,000	>18	
큐포라 可鍛鑄鐵品	—	5/8	>40,000	>30,000	>5	試片은 鑄放狀態

파라이트 可鍛鑄鐵品	40010	5/8, 1/2	>60,000	>40,000	>10	試片直徑은 5/8"의鑄放狀態가原則이며 1/2"일때는加工한 것으로試驗한다
	45008	5/8, 1/2	>65,000	>45,000	>8	
	45006	5/8, 1/2	>65,000	>45,000	>6	
	50005	5/8, 1/2	>70,000	>50,000	>5	
	60004	5/8, 1/2	>80,000	>60,000	>4	
	70003	5/8, 1/2	>85,000	>70,000	>3	
	80002	5/8, 1/2	>95,000	>80,000	>2	
	90001	5/8, 1/2	>105,000	>90,000	>1	

(3) BS(英國規格)

BS 310 黑心可鍛鑄鐵

BS 309 白心可鍛鑄鐵

BS3333 파라이트 可鍛鑄鐵

<表 11> BS에 의한 可鍛鑄鐵 分類

種 類	살두께 (m)	引 張 試 驗				屈 曲 試 驗		硬 度 H _B	備 考	
		試 片 直徑 (in)	引張強度 (t/in ²)	降 伏 點 (t/in ²)	伸 率 (%)	試片치수 (in)	角 度 (°)			
黑心鑄鐵品 可鍛	B 18/6	0.564	>18	>11	>6	8×1×0.375	>30	<149	P含量은 0.12%以下, 試片은鑄放狀態	
	B 20/10	0.564	>20	>12	>10	8×1×0.375	>90	<149		
	B 22/14	0.564	>22	>13	>14	8×1×0.375	>135	<149		
白心鑄鐵品 可鍛	W22/4	>5/16	0.564	>22	>13	>4	8×1×0.375	>45	<248	P含量은 0.10%以下이고 試片은鑄放狀態
		<5/16	0.357	>20	>12	>6	8×1×0.25	>45	<248	
	W24/8	>5/16	0.564	>24	>14	>8	8×1×0.375	>90	<248	
		<5/16	0.357	>22	>13	>10	8×1×0.25	>90	<248	
파라이트 可鍛鑄鐵品	P 28/6	0.564	>28	耐力	>6			143~187	P含量은 0.12%以下 耐力은 0.5% 永久伸率	
		0.505		>18						
	P 33/4	0.564	>33	耐力	>4			170~229		
		0.050		>20						

파라이트 可鍛鑄鐵品の 引張試片은 平行部直徑이 0.564"되는鑄放狀態 것을 使用

(4) DIN(獨逸工業規格)

DIN 1692-1963

<表 12> DIN에 의한 可鍛鑄鐵 分類

種 類	試片直徑	引 張 試 驗			硬 度 H _B	組 織의 特 徵	
		引張強度 (kg/mm ²)	耐力 0.2%永久伸率 (kg/mm ²)	伸 率 (%)			
黑心可鍛鑄鐵品	GTS-35	12 15	>35	>20	>12	<150	웨이 라이트+燒炭素
	GTS-45	12 15	>45	>30	>7	160~200	파라이트+웨이 라이트+燒炭素
	GTS-55	12 15	>55	>36	>5	180~220	파라이트+燒炭素 多少웨이 라이트包含
	GTS-65	12 15	>65	>43	>3	210~250	파라이트+燒炭素
	GTS-70	12 15	>70	>55	>2	240~270	燒炭組織+燒炭素
白心可鍛鑄鐵品	GTW-35	9	>34	—	>6	<220	
		12	>35	—	>4	<220	

	15	>36	—	>3	<220		
白心可鍛 鑄鐵品	GTW-40	9	>36	>20	>10	<220	層狀파라이트+燒炭素
		12	>40	>22	>5	<220	
		15	>42	>23	>3	<220	
	GTW-45	9	>40	>23	>12	<200	粒狀파라이트+燒炭素
		12	>45	>26	>7	<200	
		15	>48	>28	>5	<200	
	GTW-55	9	>52	>34	>7	<240	微細粒狀파라이트+燒炭素
		12	>55	>36	>5	<240	
		15	>57	>37	>4	<240	
	GTW-65	9	>62	>41	>4	<270	脫炭깊이가 얇고 燒炭組織+燒炭素
		12	>65	>43	>3	<270	
		15	>67	>44	>2	<270	
	GTW-S38	9	>32	>17	>15	<200	脫炭깊이 크다
		12	>38	>20	>12	<200	
		15	>40	>21	>8	<200	

1. GTS-70, GTW-65는 燒入處理를 한다
2. GTW-S38은 熔接 가능한 白心可鍛鑄鐵品이다.

(5) GOST 1215-59 可鍛鑄鐵品

〈表 13〉 GOST 규격

種 類	살 두께 (mm)	引 張 試 驗			硬 度 H_B	備 考
		試片直徑 (mm)	引張強度 (kg/mm ²)	伸 率 (%)		
KY30-6	8以下	8	>30	>6	<163	試片直徑은 16mm 가 標準이다.
	8以上 12以下	12	>30	>6	<163	
	12以上	16	>30	>6	<163	
KY33-8	8以下	8	>33	>8	<163	
	8以上 12以下	12				
	12以上	16				
KY35-10	8以下	8	>35	>10	<163	
	8以上 12以下	12				
	12以上	16				
KY37-12	8以下	8	>37	>12	<163	
	8以上 12以下	12				
	12以上	16				

KY45-6	8以下	8	>45	>6	<241	注文者と協議해서 伸率은 規格値의 -3%까지 許容된다
	8以上 12以下	12				
	12以上	16				
KY50-4	8以下	8	>50	>45	<241	
	8以上 12以下	12				
	12以上	16				
KY56-4	8以下	8	>56	>41	>269	
	8以上 12以下	12				
	12以上	16				
KY60-3	8以下	8	>60	>73	<269	
	8以上 12以下	12				
	12以上	16				
KY63-2	8以下	8	>63	>2	<269	
	8以上 12以下	12				
	12以上	16				