

鋼球の製造工程

パチンコ玉はこうやって作られています



パチンコ玉ってどうやって作られるんですか、博士？

うむ、いい質問じゃ。これからパチンコ玉や鋼球の製造工程を順を追って説明していくからの。できるだけわかりやすく説明するつもりじゃが、わからないことがあったら何でも訊きなさい。よいな？



制作：佐藤鉄工株式会社

© 1997-2006 Sato Tekkou Co., Ltd. All rights reserved.

材 料

まずはじめに材料ありきじゃ。佐藤鉄工では、素材の鉄の製造から吟味し、製鋼メーカーと共同開発した成分で精製された鉄線(ワイヤーロード)を使用して鋼球やパチンコ玉を作っているじゃ。製鋼メーカーで鉄線を作るとき、炉で赤くなるまで焼いて伸ばして鉄線にするのじゃが、そのとき表面にスケール(酸化皮膜)が付いてしまうのじゃ。



ワイヤーロード(約 2ton)



鉄って一つじゃないんですか？



そうなんじゃ。鉄といっても色々な成分が配合されて作られていて、目的に応じて使い分けされているのじゃ。



じゃ、鉄はみんな製鋼メーカーに特別な成分で鉄を作ってもらっているんですか？



製鋼メーカーに特別な成分で鉄を作ってもらうには大量に発注しないとだめなんじゃ。

伸 線

鉄線(ワイヤーロード)を圧造しやすいように所定のサイズの線径に加工するのじゃ。



写真(左)伸線された線材(約1ton)



製鋼メーカーで製造された鉄線そのままでは圧造できないのじゃ。初めに鉄線のスケールを取り(酸洗い)、潤滑剤をコーティングし、均一な金属組織になるように、また精密なサイズの線径に加工(伸線)したらキャリアに巻き取るのじゃ。太い線から細い線に加工すると硬くなって圧造出来なくなってしまう場合(加工硬化)もあるので、場合によっては熱処理(なまし)する場合もあるのじゃよ。



初めて知りました。博士、1ton の線ってどのぐらいの長さなんですか？



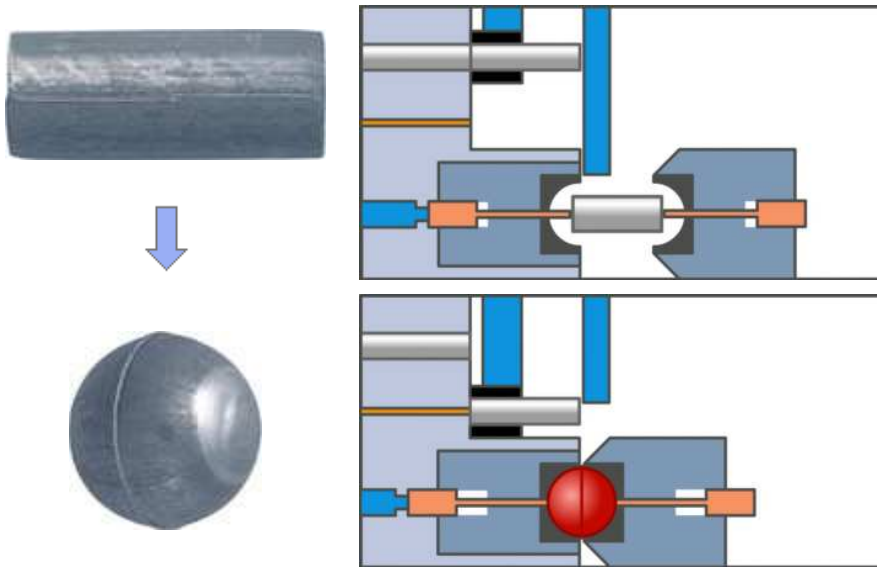
うむ、いい質問じゃ。線の直径によって違うが、写真はパチンコ玉用の線材なんじゃが、直線にすると約3kmにもなるんじゃ。パチンコ玉はどこのパチンコ店でもすべて11mmに決まっているのじゃが、ベアリングなどの鋼球は色々なサイズが必要とされるので、製造する鋼球の直径の約2/3程度の線径の線材が必要なんじゃ。



ふ〜ん...

圧造

伸線加工された線材を原材料として、ボールヘッダーで所定のサイズに精密に切断されたピースを金型でプレスし球形(圧造ブランク球)にするのじゃ。



佐藤鉄工では、圧造ブランク球の金属組織が均一になるように成形しているんじゃ。



両側から押しつぶしてボールにしちゃうんだ、すごいなあ



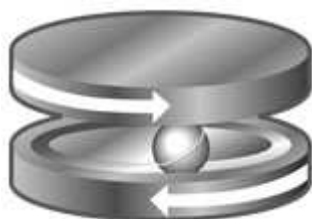
そうなんじゃ、鉄を無理矢理金型でおしつぶしてしまうのじゃから、ものすごい熱がでて 素手では持てないくらいに熱くなってしまうんじゃ。



ふ〜ん、そうなんだあ、すごいなあ...

荒研削 (フラッシング)

プレスされた圧造ブランク球のバリ(成形ブランク球の余分な部分)をフラッシングマシンでバリ取りをするんじゃ。





博士！すごい音ですね！カミナリが鳴ってるみたい…！（大声）



バリ取りとは、2枚の溝の付いた回転する金属プレートの中を圧造ブランク球が転がって、バリが取り除かれるんじゃない。（大声）



転がるだけで球になるんですか？（大声）



うむ、いい質問じゃ。溝といっても製造する鋼球のサイズに合った溝が必要なんじゃよ。ただ転がっているだけではないのじゃ。金属プレートにすごい圧力で押さえられているからカミナリのような加工音なんじゃ。（大声）

処理(浸炭焼入れ)



■ 浸炭

荒研磨された鋼球を回転レトルト炉に練炭と一緒に投入し、密閉して炉内の温度を約 900 度まで加熱し、鋼球の表面から約 1mm 程度の C(炭素) % を高めるように浸炭を施します。

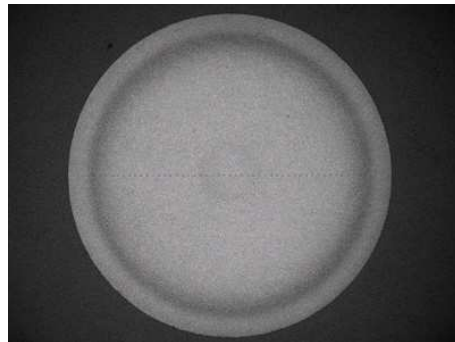
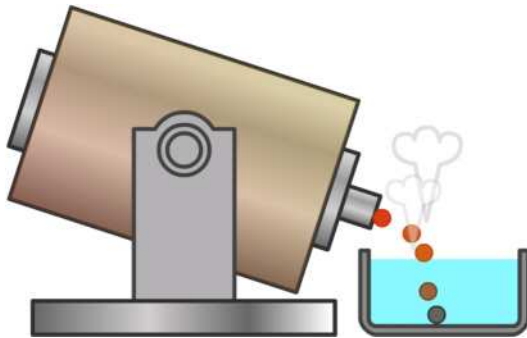
■ 焼入れ

炉内温度を密封状態で焼き入れ可能な温度(約 800 度)まで下げて、炉内から一気に水槽に鋼球を投入し、急冷して表面を硬化させます。

■ 焼き戻し(調質)

再度、焼き入れされた鋼球をテンパ炉に入れ低温(約 200 度)で 1 時間程度熱処理を行い内部の組織を安定させます。

※ 浸炭焼入れは低炭素鋼球の熱処理行程です。



浸炭 → 焼入れ

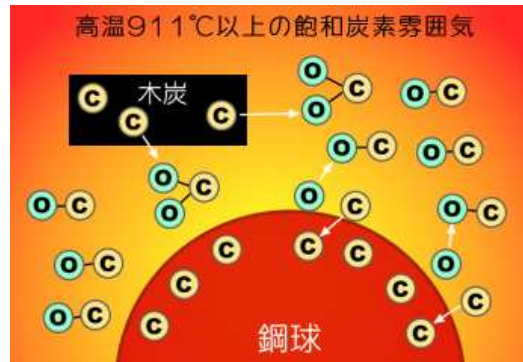
浸炭→焼入れ→焼きもどし(調質)を行った鋼球(パチンコ玉)の表面層は非常に硬く、内部の C(炭素) % は低くしなやかで強靱な組織であるため、耐久性、反発性が向上します。



鉄は 911°Cを超えると γ 鉄に変態し 1392°Cまでは安定した γ 鉄の状態が存在するのじゃよ。γ 鉄の状態では鉄の結晶の隙間に鉄原子より小さな原子(酸素、水素、窒素、炭素)が侵入する事が出来るようになるんじゃ。密封された炉の鋼材と浸炭剤(木炭)を入れて 850~950°Cに加熱すると炉内では存在した酸素と浸炭剤が反応し、CO を生じ、この CO が鋼材の表面で分解し、生じた C は鋼材表面に浸透拡散するのじゃよ。それに、CO₂ は浸炭剤で再び CO になり、以下同じような反応を繰り返しておるのじゃ。このように浸炭作用は CO ガスによっておこなわれておるのじゃ。

化学反応は、次のようなもと考えられておるのじゃ
 $2C + O_2 \Rightarrow 2CO$木炭の表面(初期)

$2CO \Rightarrow [C] + CO_2$鋼材の表面
 $C + CO_2 \Rightarrow 2CO$木炭の表面
 (浸炭促進剤として炭酸バリウム(BaCO₃)を加える)



ちょっと難しかったかのう？



う〜ん、僕にはちょっとむずかしすぎてよくわかりません...



つまりじゃな、簡単に言うなら、焼き入れと浸炭と言う行程は非常に重要なところなんじゃ。たとえば、刀なども浸炭焼入れしてつくるのじゃが、この行程の良し悪しが、名刀になるかどうかにかきかかってくるのじゃ。どうだ、これならわかるかのう？



うん、わかった。とっても大事なところなんですね、浸炭って。博士の頭もいっぱい浸炭したんですね。



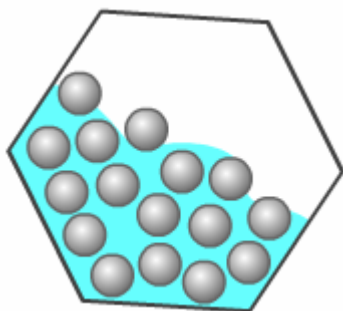
うむ、確かに浸炭は時間をかければかけるほど奥まで深くなるのじゃが、長くやれば良いというものでもないのじゃ。ベアリング鋼球の場合は基本的には直径の 1/3 程度の深さが良いと言われているんじゃ。



そっか、すごいんですね、パチンコの玉を造るのにそんなことまで考えてつくっているなんて知らなかったなあ

バレル

バレル研磨機のドラムに熱処理後の鋼球と研磨材・防錆剤・水と一緒に投入し、ドラムを回転させて鋼球表面のスケール(酸化皮膜)を除去します。この加工中に鋼球と鋼球をぶつかり合わせることで、鋼球の表面組織を圧縮し、硬度や耐久性をより高めます。(ピーニング処理)





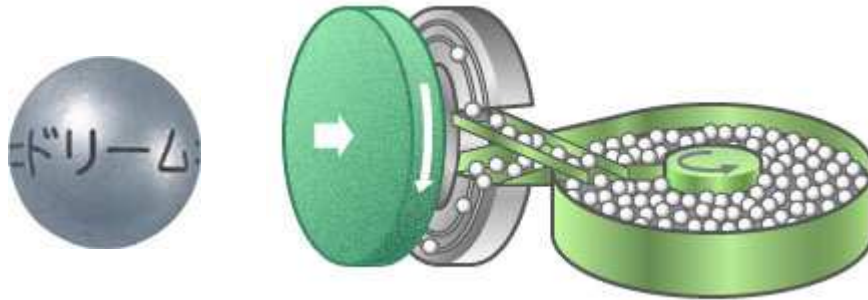
熱処理後の鋼球は真っ黒な表面で品質などのチェックが出来ないし、表面のスケール(酸化皮膜)は非常に硬く、次の精研磨工程の補助研磨的な役目も果たしているのじゃ。



わかりました。

精研磨

刻印や熱処理で歪んだ鋼球(パチンコ玉)を精密鋼球研磨機で所定の寸法まで精密に仕上げます。



精密鋼球研磨とは溝の付いた金属プレートと砥石で仕上げていくことなのじゃ。砥石も荒いものから細かいものに変えていくのじゃが、ベアリング用鋼球の場合は少なくとも荒、中、仕上げの3行程は必要なのじゃ。ベアリング鋼球の超精密級になるとラッピング行程も必要なんじゃよ。

検査・梱包 (パチンコ玉専用の工程)

佐藤鉄工で製作された鋼球やパチンコ玉は、最終梱包される時全数目視により検査され出荷されます。

