基礎材料組織学　第 15 回

前回：　・共析変態（パーライト変態）
　　・マルテンサイト変態

今回：　・鋼の熱処理
　　・鋼の炭素量と機械的特性
　　・鋼の表面硬化処理

15.1 鋼の熱処理 概要

●「鋼の熱処理」とは？： 望ましい微細組織および機械的特性を得るため、定められた加熱・保持・冷却の一連の操作を行うこと。

●例：圧延加工後の組織

・圧延による組織の変形
↓
特性も異方性を示す

・強い塑性加工による転位密度上昇
↓
加工硬化、塑性変形能の低下

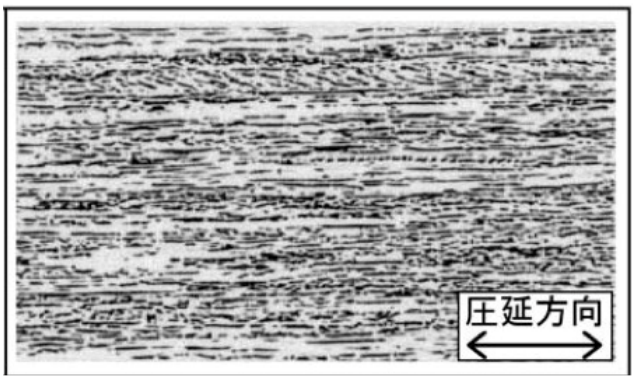

図 15.1 圧延加工後の組織

●鋼の熱処理の種類および目的

・焼鈍し（焼なまし）： 軟化（塑性変形能向上）

・焼ならし： 組織の標準化、結晶粒微細化

・焼入れ： 強度・硬度向上

・焼戻し： 焼入れ組織の特性改善
- 組織の安定化（低温焼戻し）
- じん性の向上（高温 〃 ）

15.2 鋼の熱処理 各論

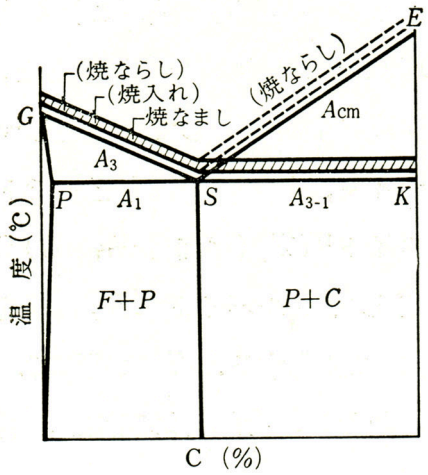

図 15.2 加熱温度とC%の関係

[要訣 機械工作法, 養賢堂]

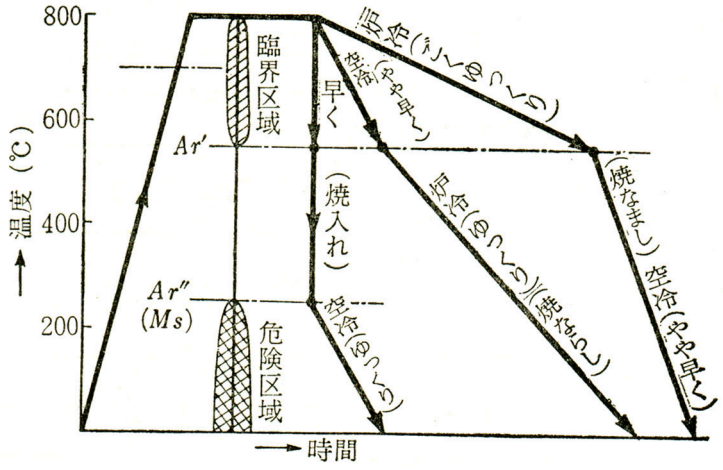

図 15.3 鋼の熱処理手順関係

[要訣 機械工作法, 養賢堂]

●炭素含有量に応じて加熱温度が異なる： 一旦、オーステナイトに変態させる必要があるため。

→ 焼ならしにおいては、過度の加熱・保持によりオーステナイト結晶の粗大化を招くため注意する。

●臨界区域： 冷却開始から約550°C（Ar'点）までの範囲

→ 焼入れにおいて、ここを一定以上の冷却速度（炭素鋼では約140°C/sec）で冷却しないと成功しない。

●危険区域： 約300°C（Ar''点）以下＝マルテンサイト変態開始点（Ms点）

→ 焼入れにおいて、ここを高い冷却速度で冷却してしまうと、部材の冷却に伴う収縮変形の内外差により焼割れを生じてしまう。

●最も重要なポイント：

・焼鈍し

・焼ならし：

・焼入れ：

・低温焼戻し：

・高温焼戻し：

省略

15.3 鋼の炭素量と機械的特性

●鋼の標準組織（焼ならしにより形成される組織）において

→ フェライト／パーライト（亜共析鋼）もしくはセメンタイト／パーライト（過共析鋼）の混合割合（面積率）は、炭素含有量にほぼ比例して変化する.

- 組織観察により、フェライトやセメンタイトの面積率が求められれば、おおよその炭素含有量を推定できる.

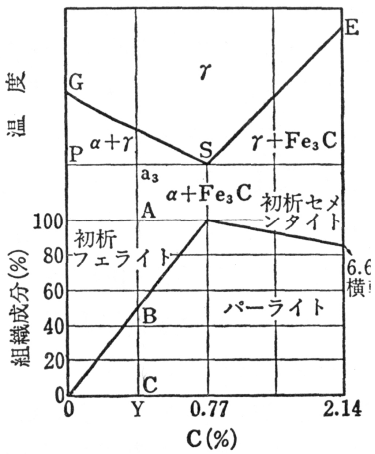

図 15.4 C%と組織成分%の関係
［金属材料工学 改訂･SI 版, 森北出版］

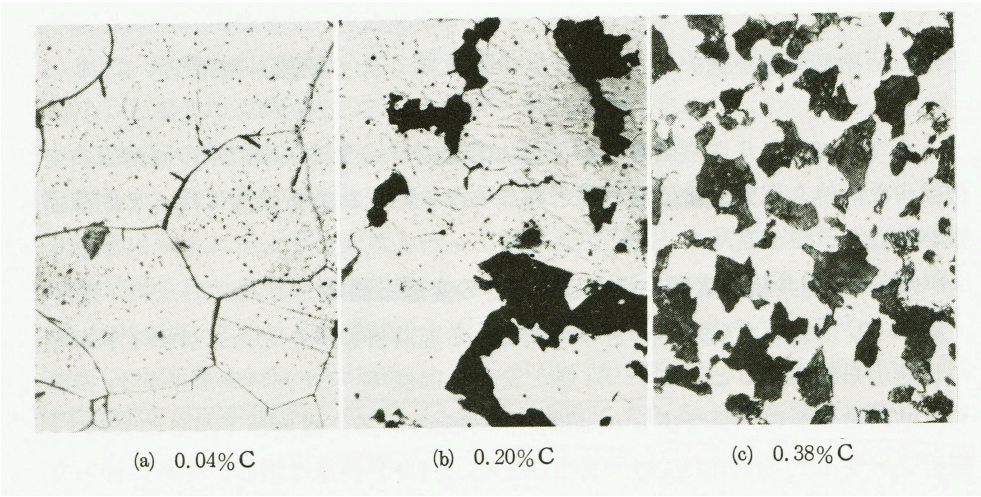

図 15.5 炭素鋼の C%と組織の変化
［金属材料工学 改訂･SI 版, 森北出版］

●標準組織における C%と各種機械的特性との関係：

･0.77%C 以下： C%↑増加に伴う
- 強度・硬度上昇
- 塑性変形能低下

･0.77%C 以上： C%↑増加しても特性はほぼ変化しない

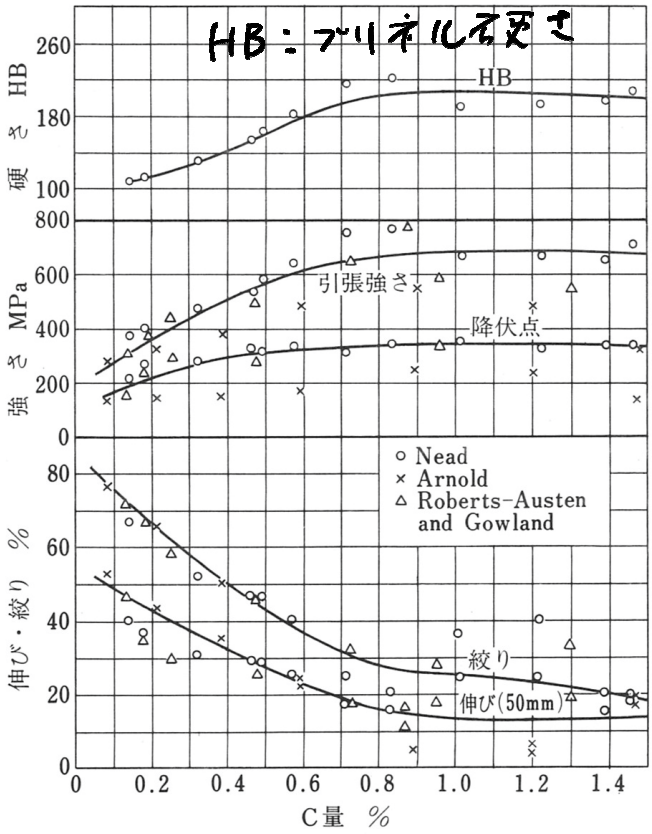

図 15.6 C%と各種機械的特性の関係
［大学基礎 機械材料 SI 単位版, 実教出版］

15.4 鋼の表面硬化処理

●**表面硬化処理**：部材の表面のみの硬度を向上させる処理
- 「疲労強さ」「耐摩耗性」の改善に効果的
- 部材全体のじん性を損うことなく硬度の向上が可能

①浸炭：低炭素鋼表面に炭素を拡散浸透させる

γFe（オーステナイト）$+ 2CO = \gamma Fe(C) + CO_2$

$CO_2 + C = 2CO$

⇕

- 浸炭は CO ガスによって進行する.
- CO ガス生成のため大気雰囲気下で実施する.
- 浸炭後，焼入れ焼戻しを行う場合もある.

②窒化：窒化金属（Al, Cr を含む）の表面に窒素を拡散浸透させて窒化物を形成させる処理.

表 15.1 浸炭と窒化の特徴

処　理	表層	℃	時間	焼入れ	硬　さ	変形	層厚	設　備	適　用
浸炭	C	高	短	要	大	大	深	簡単（複雑）	肌焼き鋼
窒化	N	低	長	不要	特大	無	浅	複　雑	窒化鋼

③その他：高周波焼入れ，硬質薄膜付加

15.5 第 14 回小テスト解答

Q. 次の文章の空欄に当てはまる語句を記入せよ. [各 2 点]

マルテンサイト変態とは. [(a)]領域からの急冷により, γ相([(b)]格子)の原子配置を残しつつ体心正方格子に変態する無拡散変態である. 本来の室温相であるα相(体心立方格子)よりc軸が引き伸ばされた構造のため, 過剰な炭素が固溶可能な[(c)]固溶体を形成する. なおかつ, 顕著な[(d)]密度の上昇, および[(e)]の微細化を生じるため, 著しい強度・硬度の向上が見られる.

解答欄

(a) オーステナイト or γ or γ固溶体

(b) 面心立方 or fcc

(c) 過飽和

(d) 転位

(e) 結晶粒 or 結晶