

鉄鋼は炭素の含有量により分類されています。材料規格をみたら、Si、Mnの含有量が通常Cより多いのが判ります。しかし、何故、これらSi、Mnなどの元素ではなくて、炭素の含有量が分類の基準となるのでしょうか？

それは、Cが炭素鋼にはFe₃C（セメンタイト）の形で存在しています。（全てFe₃Cの形で存在していないことに注意してください。）セメンタイトは鉄鋼中の重要な成分で、その含有量や形態が鋼や鋳鉄の機械的な性質に影響を与えます。

セメンタイト（cementite）にはCの原子量は12で、Feの原子量は55.8であり、鉄3原子と炭素1原子＝179.5となり、炭素の重量比率約6.68%と計算されます。つまり、1%の炭素はFe₃Cになると、約15%に増えます。Cの含有量の増減によって、セメンタイトの含量も変化します。上述の理由で、Cは少量でもその影響力は膨大なものになります。C%の多い、少ないによっては、鋼材は硬さも、強さも違ってきます。

炭素鋼は炭素の含有量により低炭素鋼（<0.3%）、中炭素鋼（0.3～0.5%）、高炭素鋼（>0.5%）に分類されます。

溶接熱影響部の硬化は溶接作業性劣化の要因となり、その上、鋼材の溶接作業性と炭素含有量、Mn、Siまた他の元素の含有量とは関係があり、鋼の硬化性と溶接性に及ぼす合金元素の影響を炭素量に換算した炭素当量で溶接性の難易および予熱、ビード間の温度管理の目安にします。

JISで規定されている炭素当量の計算式は下記のとおりです。

$$Ceq = C + Si/24 + Mn/6 + Ni/40 + Mo/4 + V/14 \quad (\%)$$

Ceq、C、Mn、Si、Ni、Cr、Mo、Vは重量%で計算します。

炭素当量は0.4%以下、HV<350の場合、割れは発生し難くて、この範囲を超えたら、低温割れ防止のための予熱温度を考えます。（炭素当量が高いほど硬化し易くなり、低温割れも生じてきます。）

IIW（International Institute of Welding）の規格による場合、下記の計算式を採用することもできます。

$$Ceq = C + Mn/6 + 1/5 (Cr + Mo + V) + 1/15 (Ni + Cu) \quad (\%)$$

炭素当量と溶接熱影響部の最高硬度との関係は下記のように示します。
最高硬度 $HV_{max} = 1200 \times Ceq - 200$

熱影響部の最高硬度と予熱、後熱との関係

最高硬度Hmax (HV)	予熱、後熱
200以下	必要なし
200~250	できるだけ、実施
250~325	150℃以上の予熱、650℃の後熱
325以上	250℃以上の予熱及び650℃の後熱、あるいは、完全焼き戻し処理

注：適切な予熱及び後熱で、熱影響の硬化による低温割れを防ぐことができます。

上記の資料は炭素当量が溶接に対して、重要な要素であることを示したもので、予熱、後熱温度は板厚、応力の程度などを考慮して調整してください。

予熱、パス間温度管理：

- a. 一般の構造用鋼は低炭素鋼であり、AWS D1.1（鋼結構溶接法令）の表3.2でも予熱及びパス間温度管理と溶接方法、板厚との関連が示されています。
- b. 炭素当量0.4%以下では、溶接作業性は良好で、0.45~0.60%で、溶接作業性がやや劣り、0.5%以上で、溶接作業性が悪くなります。
- c. 炭素当量約0.45%~0.60%で、厚板で、形状が複雑であれば、溶接後、高応力での割れを起こしやすく、溶接前に、予熱温度を250℃にし、溶接後、後熱処理を650℃にするか、または、完全に焼き戻し処理することを推奨します。
- d. これらの鋼材の中で、C量の多い中・高炭素鋼は、母材の厚さ、熱処理の必要の有無など、溶接材料による、溶接施工要領に十分注意する必要があります。

母材にP,S成分を高く含むと、溶接で高温割れを発生しやすくなるので、事前に母材の成分を確認してから、適切な溶接対策を行います。

溶け込み不足、応力過大、割れなどの欠陥を防ぐために、適切な開先、ルート間隔を選択してください。