空気焼入れ鋼（Air Hardening Steel）の理論

高合金鋼を臨界変態温度以上の適切な温度まで加熱し,オーステナイト組織を形成させます。その際、マンガン（Mn）、クロム（Cr）、モリブデン（Mo）、銅（Cu）などの元素を添加することで、鋼材の焼入れ性を高めます。その後、空気中で冷却する「空気焼入れ（Air Quenching）」を行い、鋼材を硬化させます。

金属組織の変態と焼入れプロセス

空気焼入れでは、空気による冷却を利用して鋼材の組織変態を促し、鋼材を硬化させます。

空気焼入れ鋼が TIG 溶接フレームにもたらす効果

空気焼入れ鋼は、TIG 溶接によるフレーム製造に大きな変革をもたらします。TIG 溶接を行う際，一般的な熱処理鋼と空気焼入れ鋼では,溶接後の結果が大きく異なります。

① 一般的な熱処理鋼の場合

一般的な熱処理鋼は、炉内で加熱する熱処理によって所定の特性を得た鋼材です。この鋼材に対してチューブの TIG 溶接を行うと、接合部の温度は非常に高くなります。その結果、溶接部周辺の熱影響部（HAZ：Heat-Affected Zone）では、急激な加熱によって焼なましに類似した組織変化が生じる場合があります。
溶接後は、チューブの硬度が低下し、軟化することがあります。特に、接合部の両側にある熱影響部は、応力が集中しやすい重要な部分です。この部分が軟化すると、フレームの強度や耐久性に影響する可能性があります。

② 空気焼入れ鋼の場合

空気焼入れ鋼は、適切な温度まで加熱してオーステナイト組織を形成させ、その後の冷却によって硬化させる特性を持つ鋼材です。この鋼材に対して TIG 溶接を行うと、溶接部周辺は局所的に急速加熱されます。溶接後、鋼材が冷却される過程で再び焼入れに類似した組織変化が生じ、溶接前よりも硬度が上昇する場合があります。また、熱影響部（HAZ）では、冷却過程における組織変化によって、硬度や強度が改善されると説明されています。その結果、フレームに使用する鋼材の硬度と強度を高めることが期待できます。※実際の硬度や強度の変化は、鋼材の成分、溶接条件、冷却速度などによって異なります。

変形と応力の制御：一般的な液体焼入れ（水・油）と空気焼入れの比較

① 一般的な液体焼入れ（水・油）

水や油を使用した液体焼入れでは、冷却速度の違いによって、鋼材の表面と内部で温度変化に差が生じます。一般的に、表面が先に冷却され、内部はその後に冷却されます。この冷却速度の差によって、鋼材内部に温度差や熱応力が発生し、変形につながる可能性があります。

② 空気焼入れのメリット

空気焼入れでは、空気によって鋼材を冷却します。液体焼入れと比較して冷却速度が緩やかになる場合があり、表面と内部の温度差や、それに伴う熱応力を抑えやすくなります。 その結果、次のようなメリットが期待できます。

- **熱応力の低減**：冷却時の温度差による応力を抑制する。
- **変形の抑制**：焼入れによる寸法変化を低減する。
- **寸法安定性の向上**： 製造時の寸法精度を維持しやすくする。

総括： 空気焼入れ鋼をフレームに採用することで、適切な材料選定と溶接条件の管理を前提に、次の効果が期待できます。

1. TIG 溶接後の硬度・強度の維持、または向上
2. 溶接部周辺の熱影響による軟化の抑制
3. 焼入れ時の変形や熱応力の低減
4. フレームの寸法安定性の向上