

高性能鋼材の落とし穴

～ TMCP鋼の溶接施工とその留意点～

Technical Notes of Welding for TMCP Steel

湯田 誠
Makoto YUDA

川田工業㈱生産本部溶接研究室係長

岩田 祥史
Yoshifumi IWATA

川田工業㈱生産本部溶接研究室

TMCP鋼は、じん性を確保し、かつ高強度を実現した材料として注目されていますが、溶接条件によっては溶着金属の強度低下の危険性があります。そこで、溶着金属の強度および衝撃性能に与える影響因子について検証を行いました。

実験方法

溶接法は、CO₂自動溶接で下盛りしたのちサブマージアーク溶接法（SAW）で仕上げ溶接を行いました。用いたTMCP鋼はSM520クラス、板厚は60～70mmです。

今回は、母材組成（Cu-Ni系、Si-Mn系、Nb系）、使用溶材（SAW、CO₂下盛り溶接）、SAW入熱量（450～600kJ/cm）の3つに着目し、溶接金属の引張強度、溶接金属および熱影響を受けた母材の衝撃性能について試験を行いました。

引張試験片および衝撃試験片の採取位置を図1、2に、また、溶接部の溶け込み形状を写真1に示します。

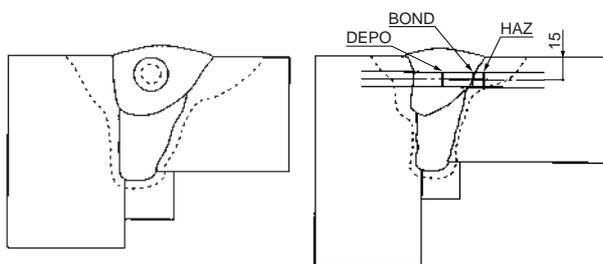


図1 引張試験片採取位置

図2 衝撃試験片採取位置



写真1 溶接部断面形状（マクロ試験片）

溶接金属引張試験結果

(1) 母材組成

表1 供試鋼板の化学成分

	C	Si	Mn	Cu	Ni	Cr	Mo	Nb	Ceq
Cu-Ni系	0.12	0.29	1.29	0.2	0.24	0.02	0.01	-	0.36
Nb系	0.14	0.27	1.35	0.02	0.03	0.03	0.01	0.0017	0.39
Si-Mn系	0.15	0.35	1.35	0.01	0.01	0.02	0	0.008	0.39

表1に示す3種類の鋼板について引張強度試験を行いました。なお、SAWは入熱量250～600kJ/cmで行い、溶材はCO₂下盛り溶接にMo無添加材（YGW11）、SAWに490N/mm²鋼用溶材を使用しました。

図3に示すように、母材組成に関してはNb系鋼材が最も高い引張強度を示しました。

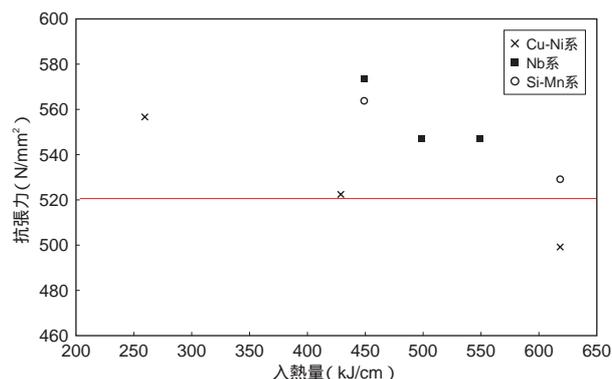


図3 溶接金属引張強度（母材組成による違い）

(2) 使用溶材

まず、CO₂下盛り溶接材料について従来材（Mo無添加：YGW11）とMo添加材との比較を行いました。なお、使用鋼材にはCu-Ni系、SAW溶材は490N/mm²鋼用溶材を使用し、入熱量は430kJ/cmとしました。図4にその結果を示します。

Mo添加材を使用した場合、無添加材に比べて大幅な強度向上が見られました。

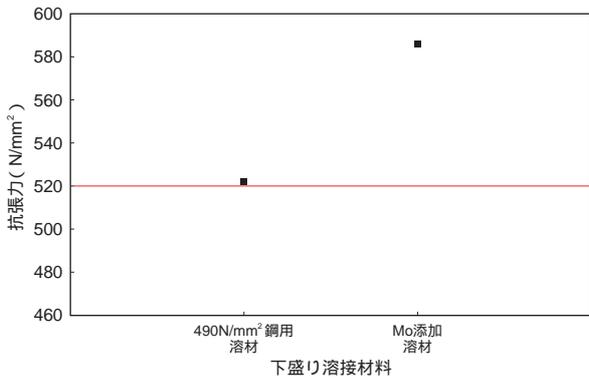


図4 溶接金属引張強度（下盛り溶接材料による違い）

一方，SAW溶材についても，490N/mm²鋼用と590N/mm²鋼用溶材（共にMo無添加）との2種類について比較を行いました。なお，使用鋼材はCu-Ni系，CO₂下盛り溶接材料は従来材（Mo無添加：YGW11），入熱量は540kJ/cmとしました。結果を図5に示します。

590N/mm²鋼用溶材の方が若干高い強度を示していますが，大きな差は見られません。

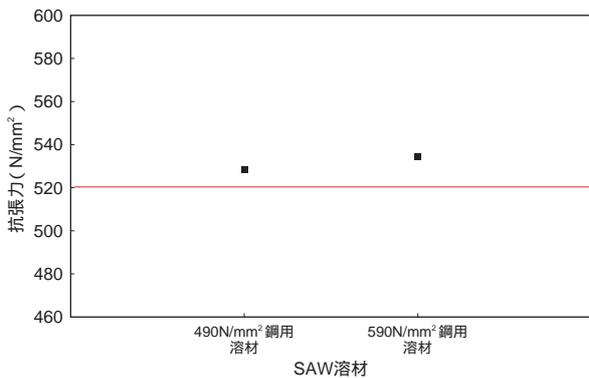


図5 溶接金属引張強度（SAW材料による違い）

(3) 溶接入熱

これまでの結果から，CO₂下盛り溶接にMo添加材を使用すると対大入熱特性が上がるということがわかりました。そこで，Cu-Ni系鋼材 + Mo添加材（CO₂溶接）+ 490 N/mm²鋼用溶材（SAW）という組み合わせで入熱量を変えて実験を行いました。Mo無添加材（CO₂溶接）と比較した結果を図6に示します。

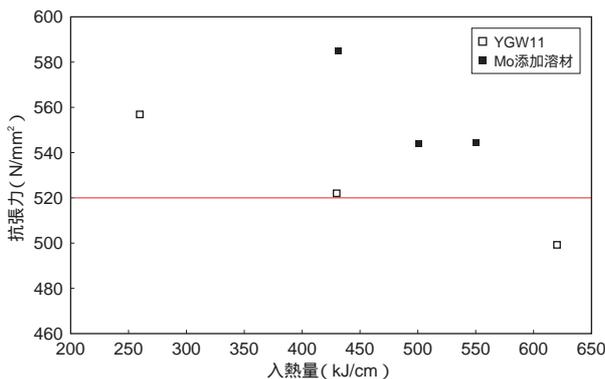


図6 溶接金属引張強度（溶接入熱量による違い）

Mo添加材を使用したものはやはり対大入熱特性に優れていますが，入熱量500kJ/cmを超えると強度は横ばい状態となります。

衝撃性能

引張強度試験結果より次のような組み合わせが対大入熱特性に優れているとわかりました。

Cu-Ni系鋼材 + Mo添加材 + 490N/mm²鋼用溶材

Nb系鋼材 + Mo無添加材 + 490N/mm²鋼用溶材

この組み合わせについて衝撃試験を行い，強度低下のターニングポイントとなる入熱量500kJ/cm近傍で調査を行いました。の結果を図7に，の結果を図8に示します。

，のどの組み合わせでも入熱量500kJ/cm以下では各部位が良好であることがわかります。

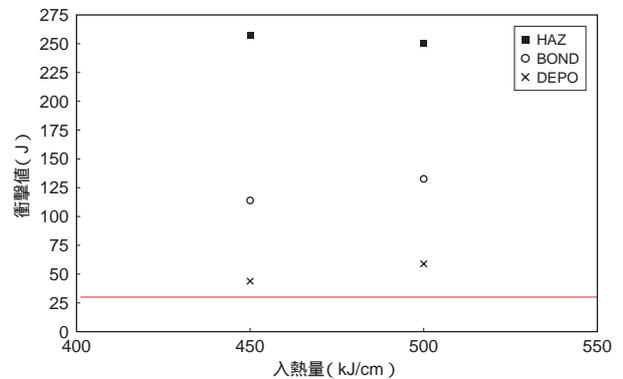


図7 衝撃性能（Cu-Ni系鋼材 + Mo添加材）

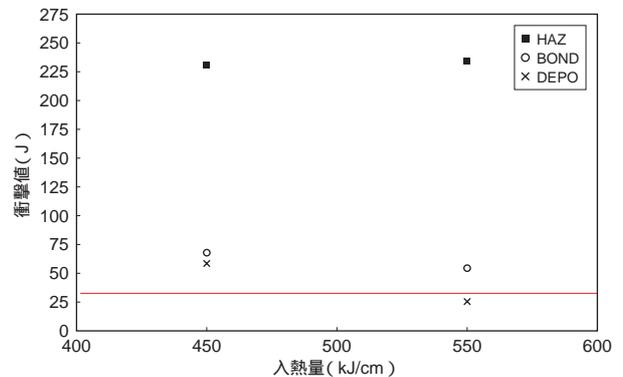


図8 衝撃性能（Nb系鋼材 + Mo無添加材）

まとめ

今回の実験から，鋼材の組成や溶接材料の組み合わせを変えることでTMCP鋼溶接施工時の強度低下を防止できることがわかりました。しかしながら，どんな材料を用いても過大な溶接入熱を加えれば強度低下は避けられないことも認識させられました。

この実験の実施にあたり住友金属工業(株)の堺堀英男氏をはじめとする多くの方々から多大なるご協力をいただきました。ここに誌面を借りて感謝の意を表します。