

(146) 低炭素マルテンサイトの遅れ破壊強度に及ぼす合金元素の影響

大同製鋼 中央研究所

福井 彰一

1. まえがき 酸性腐食環境における低炭素マルテンサイトの遅れ破壊強度を向上する目的で、各種の合金元素添加の影響を調べたところ、とくにTi, B, Cの効果が顕著であった。さらにC, Tiは鋼のかたさ変化を通じて遅れ破壊強度に寄與し、Bはかたさとは無関係に遅れ破壊強度を向上することがわかったのでその実験結果について報告する。

2. C, B, Cu, Ti, Si, Cr, Mo の影響

0.2% C-0.8% Si-1.2% Mn-1.5% Cr 鋼を基本鋼とし、表1に示す各元素を2元直交配列で割付けした供試鋼を50kg高周波誘導炉で溶製した。10mmφに熱間加工後885°C×30min油焼入れ、300°C×1hr焼もどしを施し、深さ1mm、切欠半径0.1mmのV型環状切欠をもつ直径6mmの試験片を切出し、遅れ破壊試験に供した。遅れ破壊試験は片持ち曲げ式負荷とし、0.1N-HClを滴下して破断までの時間を測定した。30時間強度についての分散分析結果は表1に示すとおりで、Bの効果は5%危険率で有意であった。ついでTiの効果が大きく、Cは水準差が少ない割に比較的大きな影響を示している。遅れ破壊強度に対するCu, Si, Cr, Moの効果は明確ではなかった。

表1 30時間強度についての分散分析結果

要因	水準(%)		主効果	寄与率(%)	F ₀
	1	2			
C	0.20	0.17	21 kg/mm ²	13.6	7
B	Non	0.002	37.5	43.4	*22.3
Cu	0.15	0.30	15	7.0	3.6
Ti	0.05	0.10	29.5	26.8	13.8
Si	0.60	0.90	6	1.1	—
Cr	1.50	1.70	9.5	2.8	—
Mo	Non	0.20	13	5.3	2.7

* 5%危険率で有意

表2 遅れ破壊強度に及ぼす合金元素の影響

	かたさ変化(Hv)	30時間強度変化(kg/mm ²)	Hv100きり(50変化(kg/mm ²))
Ti 0.1%増加	-45	+40	-89
C 0.1%増加	+130	-130	-100
Hv100増加	—	-95	—

3. C, Ti, B, Nb の影響

上述の結果を確認するとともに、さらにNbの遅れ破壊強度に及ぼす影響を調べるために基本鋼に対してC: 0.14~0.27%, Ti: 0.06~0.20%, Sol. B ≤ 0.0018%, Nb ≤ 0.11%の鋼20種を溶製し、上述と同様な工程で遅れ破壊試験片を作成し、30時間強度を測定した。表2に示すようにTiの増加はかたさと減少し、またかたさの変化にちやうど対応する程度の遅れ破壊強度の上昇をもたらしている。Cの増加はかたさも上昇するとともに、そのかたさ上昇に対応する遅れ破壊強度の低下をきたすことがわかる。

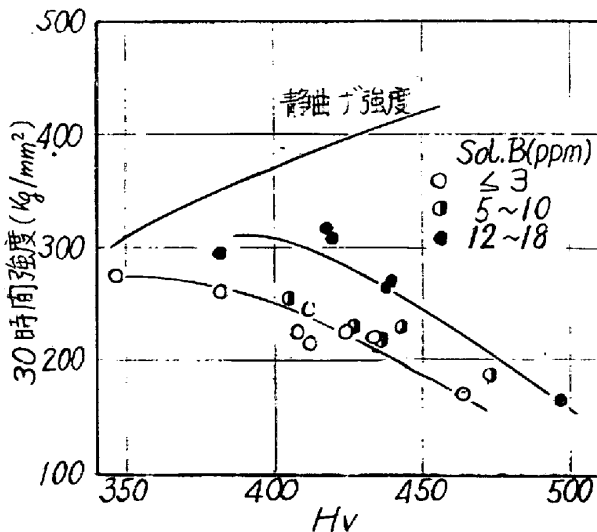


図1 かたさと遅れ破壊強度との関係

同1はTi量を0.1%に補正した場合のかたさと遅れ破壊強度との関係を示すもので、Sol. B 3ppm程度までは効果がないが、12ppm以上のSol. Bを含む鋼では明らかに30時間強度は高く、また5~10ppmのSol. Bを含む鋼ではこれらの中間の30時間強度を示している。B添加によるかたさはやや上昇の傾向を示すがこのように遅れ破壊強度の向上に効果があることがわかった。なお遅れ破壊強度に対するNb添加の効果はほとんど認められなかった。