

(255)

遅れ破壊性に及ぼす化学成分の影響 (高張力鋼の遅れ破壊性について— IV)

KK 神戸製鋼所 中研 山本 俊二 O 藤田 達

結言 0.15～0.30 Cレベルの 0.6～1.7 Mn・0.3～2.5 Cr 鋼および SCM 22, 24 系 Cr-Mo 鋼ベースについて、高周波炉により 50 kg インゴット約 70 チャージを溶製し、引張強さ 130～160 kg/mm² レベルにおいて各元素(添加量は表 1 参照)の耐遅れ破壊性におよぼす影響を調査研究した。

試験法 切欠付ボルト状試片(応力集中係数 ≈ 10)により切欠強さを求めたあと、水中で静的に負荷し 100 時間で破断を起さぬ公称応力を 100 時間遅れ破壊強さと名付け耐遅れ破壊性を比較する。¹⁾

試験結果

まとめると表 1 の如く一般に炭化物および窒化物形成元素はよい効果をあたえ、P, Pb, N などには明らかに悪い影響をもつ。しかし耐遅れ破壊性に最も大きな影響を与える因子は、水の雰囲気の場合、その材料の強度レベルであり、今回試験を行った通常の大気溶解 Si-Mn 脱酸合金鋼における各元素添加の影響は引張強さレベルに換算して ± 10 kg/mm² 程度と判断される。代表例について述べると、

C) 同じ引張強さに焼もどした場合、一般に C 量の少ないものの方がよい性質を示す。¹⁾

Si) 0～1.5% の範囲で明らかな影響はみられなかった。Si が 0.10% 以下になると脱酸不十分のため、切欠強さ、遅れ破壊強さとともに低下するが、0.01% でも真空溶解すればよい性質をしめす。¹⁾

P, S) P は有害であるが、S は 0.080% 添加でも切欠強さは低下するが、耐遅れ破壊性に悪影響はない。¹⁾

Ti, Al) よい影響を与える(表 2 参照)。主に窒素の固定により効果があるものと推定される。

N) 故意の添加はほとんどの場合有害であった(表 3 参照)。Pb) 有害である。切欠強さも低下するが遅れ破壊に敏感となる。¹⁾

Mo) 多くの場合よい影響を与える。¹⁾

参考文献 1) 山本・藤田, “高張力ボルトの遅れ破壊”, 神戸製鋼技報, vol. 18, No. 3

表 2 Ti 添加の影響

種別	化学成分 (%)								熱処理 (焼もどし)	引張強さ (kg/mm ²)	絞 (%)	2mm U (kg/mm ²)	切欠強さ (kg/mm ²)	遅れ破壊強さ (kg/mm ²)
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Al	Ti						
11	.21	.83	1.18	.009	.006	1.56	.013	—	900°C OQ	151	57	—	224	105
12	.22	.81	1.20	.009	.006	1.58	—	.09	250°C AC	151	57	—	239	160
61	.18	.23	1.32	.011	.014	1.50	—	.005	900°C WQ 200°C AC	143	57	10.0	200	110
31	.18	.51	1.17	.007	.010	1.50	.011	.11	250°C AC	143	63	8.6	226	170

* 外径 12.7, 母径 9.8, 切欠 R .03 mm 試片; 水中負荷; 100 時間規準

表 1 各元素の影響

遅れ破壊への影響	各元素(調査成分範囲) (0% は添加しない時)
多くの場合よい影響	Ti (0～0.25), Mo (0～0.40) Al (0～0.30)
よい影響をもつ時があるもの	Ni (0～3), Cr (0.3～2.3) V (0～0.3), Nb (0～0.15) Zr (0～0.2)
影響のわかないもの	Si (0～1.5), Mn (0.6～1.7) S (.005～.080), Cu (0～0.4) H (試験前より含まれる 0.1 ppm あるいは以下), B (0～.005)
悪影響をもつもの	P (.005～.040), Pb (0～0.2) N (30～170 ppm), O (10～160 ppm) C (.15～.60)

表 3 窒素添加の影響(表中 3 鋼種各上段は N 添加材)

鋼種	化学成分			熱処理 (焼もどし)	引張強さ (kg/mm ²)	絞 (%)	2mm V (kg/mm ²)	切欠強さ (kg/mm ²)	遅れ破壊強さ (kg/mm ²)
	C (%)	Al (%)	N (ppm) total (sol. in)						
SCM 22	.20	.033	130	900°C WQ	147	61	5.4	200	80
SCM 22	.19	.031	100 (94/10)	250°C AC	151	60	—	223	180
SCM 24	.28	.052	100 (100/10)	900°C WQ	124	60	3.0	201	150
SCM 24	.27	.051	96 (65/31)	470°C AC	126	65	—	206	170
SCM 24	.24	.012	170 (170/10)	900°C WQ	142	59	—	165	55
SCM 24	.24	.011	62 (62/10)	300°C AC	140	62	—	190	125