

早稲田大学 工学部 工博 長谷川正義

中島伸也 ○楠 信治

1. 緒言: 周知の如く、近年原子炉圧力容器用鋼の照射脆化におよぼす微量不純物元素の影響が話題となっているが、その原因については、まだわかっていない現状である。著者らは、今回この照射脆化を焼戻脆性との関連において、説明出来るのではないかと考えて、時効処理を行ったところ、明らかに Cu に基づく脆化を認められた。そこで、従来焼戻脆性を起すと言われている P と比較しながら、とりあえず、この Cu による鋼の脆化現象を報告する。

2. 試料および実験方法: 本実験に供試した材料は ASTM-A533B 鋼を基本組成とする ①高純度材 ②標準材 ③含 Cu 材 ④含 P 材の 4 種であり、それぞれ 50 kg 溶製し、鍛造、圧延により 17mm 厚とした。その化学成分を表 1 に示す。なお、この供試材は新日鉄研究所の協力を得たものである。

表 1 供試材の化学成分 (wt%)

試料番号	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	Al	N	Sb	Sn	As	Bi
①	0.20	0.26	1.31	0.007	0.010	0.14	0.61	0.17	0.53	0.036	0.0011	0.006	0.005	0.002	0.001
②	0.20	0.19	1.15	0.010	0.013	0.15	0.60	0.17	0.53	0.023	0.0170	0.002	0.008	0.014	tr.
③	0.18	0.25	1.39	0.007	0.010	0.37	0.63	0.19	0.55	0.016	0.0108	0.009	0.008	0.013	tr.
④	0.18	0.19	1.10	0.060	0.012	0.15	0.60	0.17	0.53	0.011	0.0170	0.003	0.008	0.014	tr.

試料の熱処理は、焼入れ (850°C × 1 hr, ①~④ ともに Gr = 6~6.5)、焼戻し (670°C × 0.5 hr.) の後、300, 400, 500, 600°C の各温度において、10, 100, 1000 hr. の時効による脆化処理を行った。脆化の評価はシャルピ (サブサイズ) 衝撃試験による延性-脆性遷移曲線の TrS により判定した。また、硬さ試験により時効時の硬さの変化、衝撃試験後は走査電顕により破面観察を行った。

3. 実験結果: 1) 図 1 は A533B 鋼 ①~④ を Q.T. 後、1000 hr. 時効における時効温度と ΔTrS との関係を示したものである。この図より、高純度材、標準材は各時効温度で、ほぼ同様に遷移温度がわずかに上昇しているだけであるが、含 Cu 材および含 P 材はともに大きく TrS が上昇しており、500°C 付近で最大の脆化を示した。また、10 hr. 100 hr. 時効においても同様の結果が得られた。2) Q.T. 後の硬さの変化は、高純度材、標準材、含 P 材では時間と共に軟化を示したが、含 Cu 材においては、600, 500, 400, 300°C の順序で硬さのピークが認められた。3) 破面の走査電顕観察によると、ほとんどの材料は遷移曲線の低温側において、擬ハキ開破壊を示したが、含 Cu 材は脆化処理後、明らかに粒界破壊に変化していた。

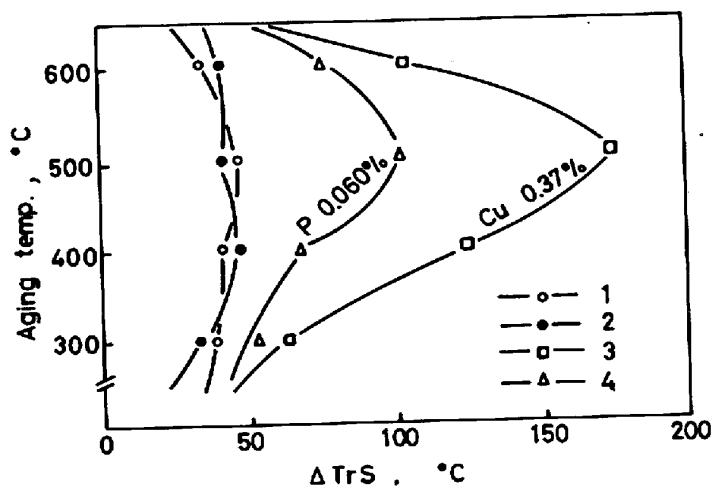


図 1 A533B 鋼の 1000 hr. 時効における時効温度と ΔTrS との関係

以上、従来報告されていなかった Cu による鋼の焼戻脆性現象を見出したが、その機構については、もろろ各種の機器を用いて検討中である。なお、機構解明に当っては、より多角的な研究が待たれる。