

(577) 「常陽 (高速増殖炉)」 照射によるフェライト系鋼の強度特性および組織変化

東京大学工学部 ○香山 晃, 朝倉健太郎, 浅野恭一, 藤田利夫, 井形直弘

1. 緒言

核融合炉第一壁候補材料として注目されているフェライト系鋼の最大の課題は、重照射下での強度特性変化を知ることにある。また、照射後の強度特性変化と微視組織を関連づけた研究も重要な課題でありながら、端緒についたばかりである。さらに国内はもとより、海外においても核融合条件に合致する中性子照射装置が皆無であるため、電子線照射、重イオン加速器、核分裂炉、RTNS-II (米国LLNLの14 MeV中性子源) などによる多くのシミュレーション照射が行われている。本研究は高速実験炉・常陽を用いてフェライト系鋼に高温、重照射した後の機械的性質と組織変化を明らかにし、また他線源との比較および照射温度、照射量依存性についても明らかにすることが目的である。

2. 実験方法

Table 1 に示したフェライト系鋼を供試材とし、高速実験炉「常陽」で中性子照射を行った。照射温度は 400℃, 500℃, 600℃で、中性子束は $1 \times 10^{20} \sim 9 \times 10^{21} \text{ n/cm}^2$ の範囲で照射を行ったが、放射能冷却の関係から、本報では $1 \times 10^{20} \sim 1 \times 10^{21} \text{ n/cm}^2$ に限定して報告する。

Table 1. Chemical composition of specimens used (wt%).

Mark	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	V	Nb
JFMS	0.050	0.67	0.58	0.009	0.006	0.94	9.85	2.31	0.12	0.06
J-1	0.068	0.017	0.50	0.002	0.002	-	9.24	1.76	0.16	0.05
45	0.05	0.16	0.55	0.015	0.012	-	9.27	1.82	0.11	0.055
29	0.054	0.17	0.63	0.010	0.005	-	9.17	0.96	0.15	0.05
C-8	0.045	0.41	0.51	0.007	0.002	-	9.10	1.08	0.20	0.25
C-9	0.20	0.35	0.70	0.005	0.007	0.56	11.40	1.01	0.30	-
C-12	0.06	0.34	0.51	0.022	0.004	0.14	9.48	2.1	-	-

(Mark 29 : Martensite, Others : Martensite + Ferrite)

3 mm φディスクを用いてマイクロピッカース試験、微小バルジ試験を行い、さらに微視組織の観察を行った。また平行部長さ 3 mm, 幅 1.5 mm, 平均厚さ 100 μm の微小試験片を用いて引張試験を行った。

3. 実験結果

(1) Fig. 1 は代表的鋼種の、400℃照射における 0.2% 耐力、破断伸びにおよぼす照射量依存性を示す。非照射材に比べて、 $1 \times 10^{20} \sim 1 \times 10^{21} \text{ n/cm}^2$ 照射によって Ni が添加された JFMS 鋼に著しい照射硬化が認められ、破断伸びも顕著な低下を示す。マルテンサイト単相の 29 鋼は緩慢な照射硬化が認められる。これに対して、マルテンサイト/フェライト二相の C-12 鋼 (9Cr-2Mo) は $1 \times 10^{20} \text{ n/cm}^2$ の照射量では大きな変化は認められないが、 $1 \times 10^{21} \text{ n/cm}^2$ になると明らかな照射硬化を示す。一方、V-Nb 添加の 45 鋼 (9Cr-2Mo-V-Nb) は $1 \times 10^{21} \text{ n/cm}^2$ までの照射量では 0.2% 耐力、破断伸びともに著しい変化は認められなかった。(2) Photo. 1 は C-12 鋼の 400℃, $1 \times 10^{20} \text{ n/cm}^2$ 照射における微視組織を示す。明らかな照射欠陥は認められず、微細な析出物が多数観察できる。

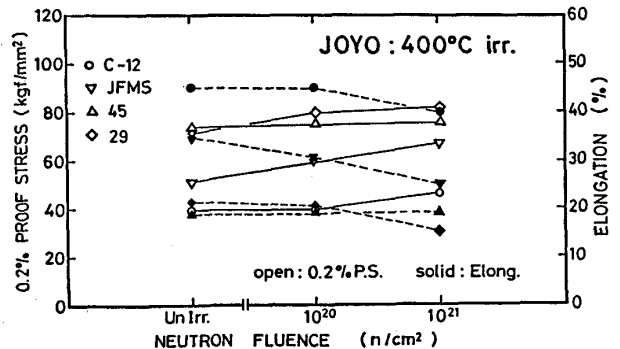


Fig.1 Total neutron fluence dependence of 0.2%P.S. and ruptured elongation.



Photo. 1 Fine carbides in C-12 steel irradiated to $1 \times 10^{20} \text{ n/cm}^2$.