

PC鋼線の中性子照射試験

(JMT R利用委員会PC鋼線小委員会報告)

新日鐵 本社

下川 敬治

1. 緒言

プレストレストコンクリート構造が原子炉压力容器用として脚光をあびるに伴い、使用されるPC鋼線の材質におよぼす中性子照射の影響を究明することが要請されるようになってきたが、過去にそのような実験は極めて少ない。わが国でも材料試験原子炉(JMT R)の完成に伴い、日本原子力研究所および日本鉄鋼協会の協力のもとに、原子炉用鉄鋼材料の照射試験が進められてきたが、その一つとしてPC鋼線の照射共同試験、特にリラクゼーション試験が実施されたので、以下その要旨を報告する。なお、本共同試験は川崎製鉄、神戸製鋼、新日本製鐵、神鋼鋼線、住友電工、鈴木金属、東京製鋼の7社が参加して行われた。

2. 試験方法の検討

PC鋼線の用途から判断して中性子照射のリラクゼーションに対する影響を試験することを第1の目的として試験方法を検討した。リラクゼーションを測定する場合はまず照射中のリラクゼーションを測定することが最ものでましいので、その可能性について振動法と圧電素子法を検討した。

しかし、照射孔に挿入するキャプセルに限られたスペースにおいて、PC鋼線に緊張力を与え、一定温度に保持しながら信頼できる計測を行なうことは困難も大きく、われわれは照射中にリラクゼーションを測定することをやめ、JMT Rの炉内冷却水に試験片を浸漬して照射を行ない、照射後にホットラボでリラクゼーションの測定をすることとした。

ホットラボ室の広さの制約上、通常のリラクゼーション試験機を持ちこめないため、小型で操作の安易な試験機を本試験のために特に開発、製作した。試験機の概要を図1に示す。

3. 供試材と照射

供試材料の化学成分を表1に示す。試験片は線径5mmのPC鋼線の両端部にヘツディング加工を施した全長260mmのもので

表1 化学成分

試片 記号	鋼種	化 学 成 分 (%)								
		C	S <sub>v</sub>	Mn	P	S	Cu	G	Ni	
A	SWRS-72B	0.73	0.21	0.67	0.011	0.007	0.01	-	-	
B	SWRS-75B	0.75	0.26	0.75	0.011	0.011	0.100	0.06	-	
C	SWRS-77B	0.77	0.24	0.83	0.014	0.015	0.04	-	-	
D	SWRS-80A	0.80	0.24	0.50	0.009	0.013	0.07	-	-	
E	SWRS-80A	0.81	0.20	0.50	0.008	0.012	0.01	0.01	0.03	
F	SWRS-90B	0.80	0.26	0.84	0.014	0.028	0.06	-	-	
G	SAE 9258	0.53	1.45	0.71	0.016	0.010	0.06	0.65	-	
H	SUP-9	0.50	0.26	0.78	0.015	0.011	0.013	0.79	-	

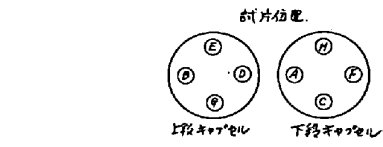
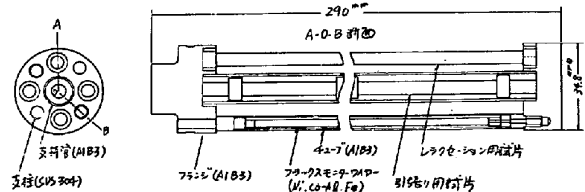
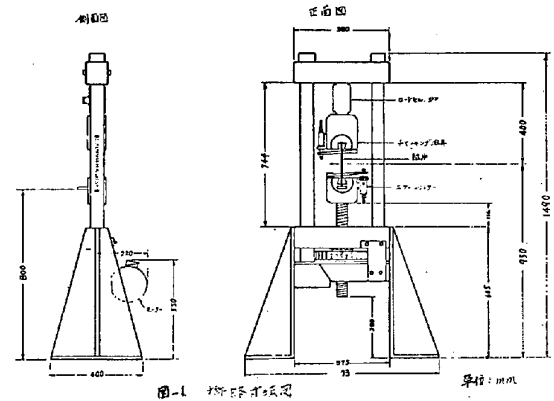


図2. キャプセル断面図

Ni + Crメッキを施した後、キャプセルに8本の試験片を装入し、JMTRの炉内冷却水(約50℃)中に浸漬して照射を行なった。キャプセルの概要を図2に示す。照射時間は509時間、照射量は $6.9 \times 10^{18} \text{ n/cm}^2$  ( $E > 1 \text{ MeV}$ )であつた。中性子フラックスの分布を図3に示す。材質試験は照射前後の試験片について原研東海研究所のホットラボで25時間のレラクゼーション試験を実施した。レラクゼーションは本実験用に特に製作した容量5トンのロードセルタイプのもを用い、試験温度は $20 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ に保つた。

また、供試材の一部であるがリラクゼーション試験後、インストロン型引張試験機による引張試験を行なった。

4. 結果と考察

レラクゼーション試験結果の1例を図4に示す。図5に示すようにG試験片を除き何れも照射後の方が低い値を示している。レラクゼーション値自体は通常の場合、25時間で2%前後であるから本測定値はいずれも約1%程度大きな値が測定されている。これは試験片の固定端になるヘッディング部分のメッキ層が厚かつたことおよびヘッディング部分と固定端面の接触尺部が微量ズレを生じたためと考えられ、今後改善を要する点であるが、本共同試験により、中性子照射したPC鋼線のレラクゼーション試験の可能性について見通しを得た。G試験片については明確な結論は得られないが、レラクゼーションにおよぼす合金元素、炭化物の形状と分布、製造条件などの影響について更に究明する必要がある。

引張試験結果を表2に示す。耐力および引張強さが上昇し、伸びが減少するという中性子照射の影響が認められるが、照射後の試験はレラクゼーション試験を行なった試験片について実施したため、照射中の時効の影響、レラクゼーション試験による加工硬化の影響等も考慮に入れる必要がある。

表2. 引張り試験結果

試片記号	引張強さ kg/mm <sup>2</sup>	0.2%耐力 kg/mm <sup>2</sup>	破断強さ kg/mm <sup>2</sup>	伸び %	標尺距離 mm	
照射前	A	210.5	168.4	155.6	5.7	155
	B	197.8	168.4	163.3	4.2	155
照射後	A	215.3	178.6	158.2	4.3	155
	B	214.3	176.0	183.7	3.7	165

照射量分布

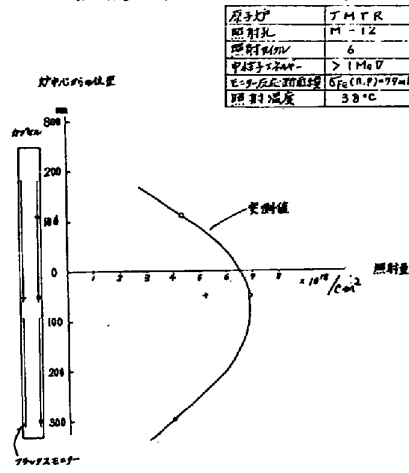


図3. 照射量分布

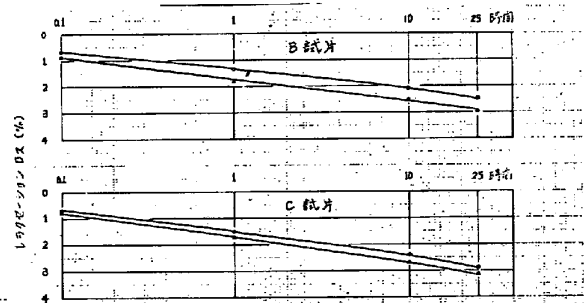


図4. レラクゼーション曲線

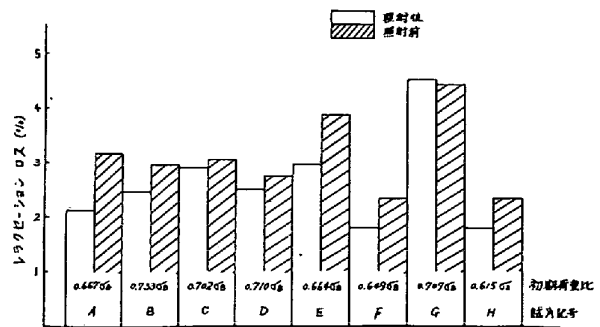


図5. レラクゼーション測定結果(20℃等温)