

X線応力測定における応力値のばらつきについて（測定時間との関係）

1. はじめに

X線応力測定において、応力値などの測定値はばらつきを生じます。このばらつきの最も大きな要因は X 線強度固有の統計変動であることが知られています。この統計変動による応力値のばらつきの大きさについては、一回の測定から統計学の理論を用いて解析的に求める方法が提案されています^{1)~4)}。[前回](#)は S45C 焼入れ材について、一回の測定から求めた応力値の標準偏差と、100 回繰り返し測定した応力値の標準偏差がほぼ一致する結果が得られました。

ここで、X線強度固有の統計変動による応力値の標準偏差は、測定時間（プリセットタイム）の平方根（ルート）に反比例することが明らかにされています^{1)~4)}。例えば、プリセットタイムを 4 倍にすると標準偏差は理論上 1/2 となります。

今回は、同じ試料を種々のプリセットタイム（5、8、10、15、20、30s）で 50 回ずつ測定して、応力値の標準偏差とプリセットタイムの関係を調べました。なお、この実験は平成 29 年 7 月に行ったものです。

2. 実験方法

用いた材料は機械構造用炭素鋼 S45C の焼入れ材です。実験装置には、(株)リガク製 X線応力測定装置 PSPC-MSF-3M を用いました。応力測定は ψ_0 一定法の並傾法を用いて表 1 の条件で行いました。測定は、6 種類のプリセットタイム（5、8、10、15、20、30s）について、同一条件で 50 回繰り返し行いました。一回ごとの測定から求めた応力値とその標準偏差と、50 個の応力値の平均値と標準偏差を求めました。なお、全ての測定（300 回=6 種類×50 回）は連続で行い、全ての測定には約 12 時間を要しました。

表 1 X線応力値の統計変動の測定条件

管球	Cr
K β フィルタ	V
管電圧	30 kV
管電流	10 mA
コリメータ	2×2 mm
sin ² ψ	0, 0.2, 0.4, 0.6

2θ 角	142-170 deg
ステップ角	0.2 deg
ピーク位置決定法	ガウス曲線法
バックグラウンド補正	あり
LPA 因子補正	あり
応力定数	-318 MPa/deg

3. 実験結果および考察

図1～図6に、プリセットタイムを5、8、10、15、20 および 30s で 50 回ずつ応力測定した結果を示します。図には、50 個の応力値の平均値と 95%信頼区間を示しました。また、一回ごとの測定から求まる応力値の 95%信頼区間^{1)~4)}をエラーバーで示しました。

これらの図より、プリセットタイムを大きくするほど、信頼区間の幅が小さくなっていることが分かります。また、エラーバーの中に 50 回測定した平均値がほぼ含まれていることが分かります。

表2に、各プリセットタイムに対して、50 個の応力値とその 95%信頼区間、および、一回の測定から求めた応力値の 95%信頼区間の 50 個の平均値を示しました。表2において、50 個の応力値の 95%信頼区間、一回ごとに解析的に求めた応力値の 95%信頼区間の 50 個の平均値、いずれもプリセットタイムの平方根にほぼ反比例していることが分かります。また、50 個の応力値の 95%信頼区間は、一回ごとに解析的に求めた応力値の 95%信頼区間の 50 個の平均値に比べて 1~2 割程大きくなっています。この理由としては電源電圧の変動等が考えられます。

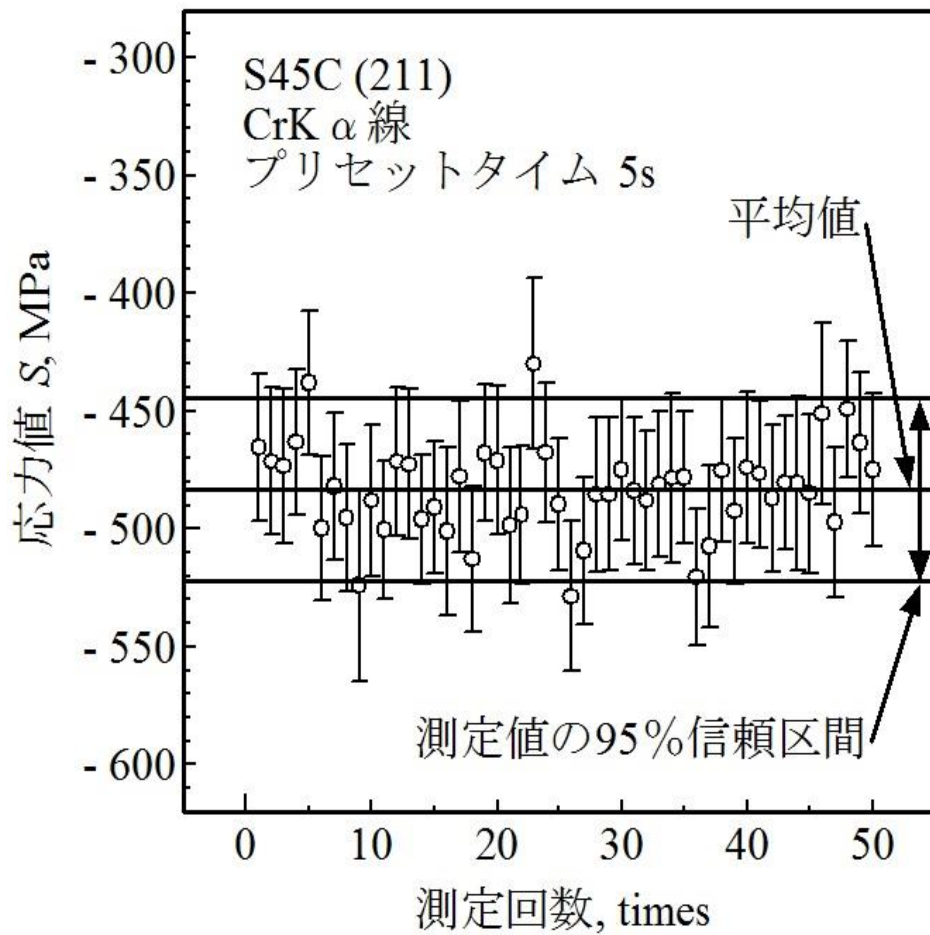


図1 プリセットタイム 5s の応力測定結果

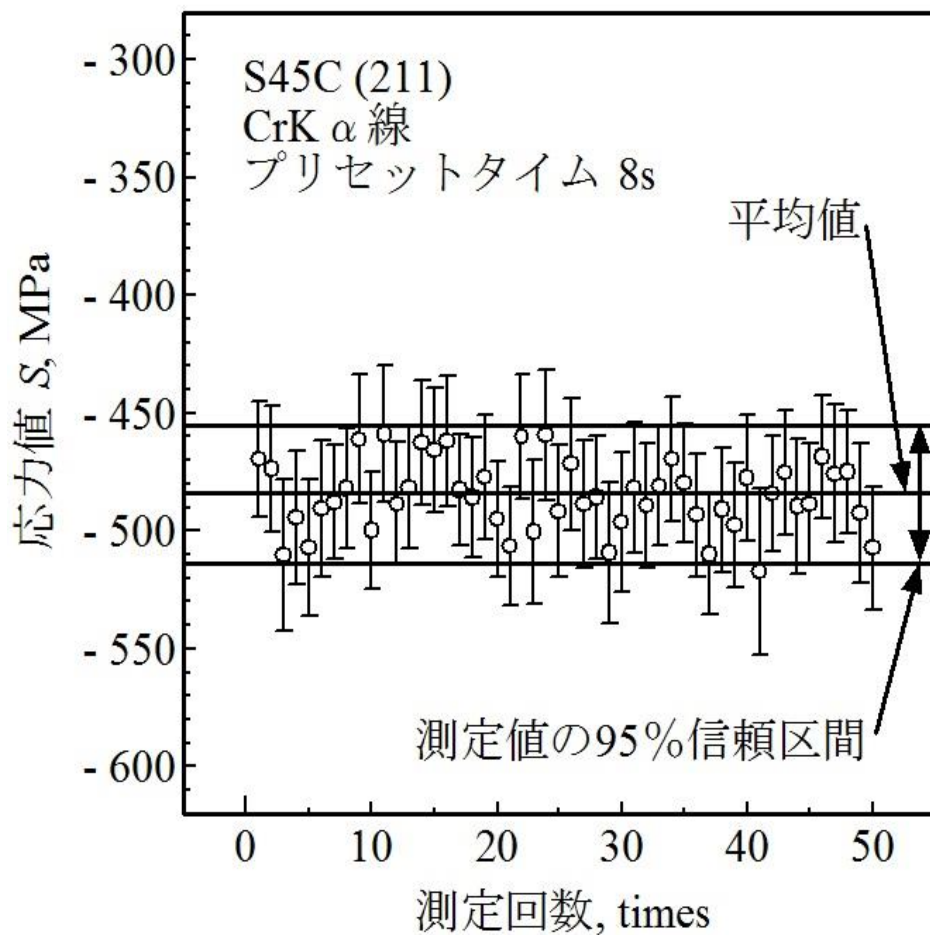


図2 プリセットタイム 8s の応力測定結果

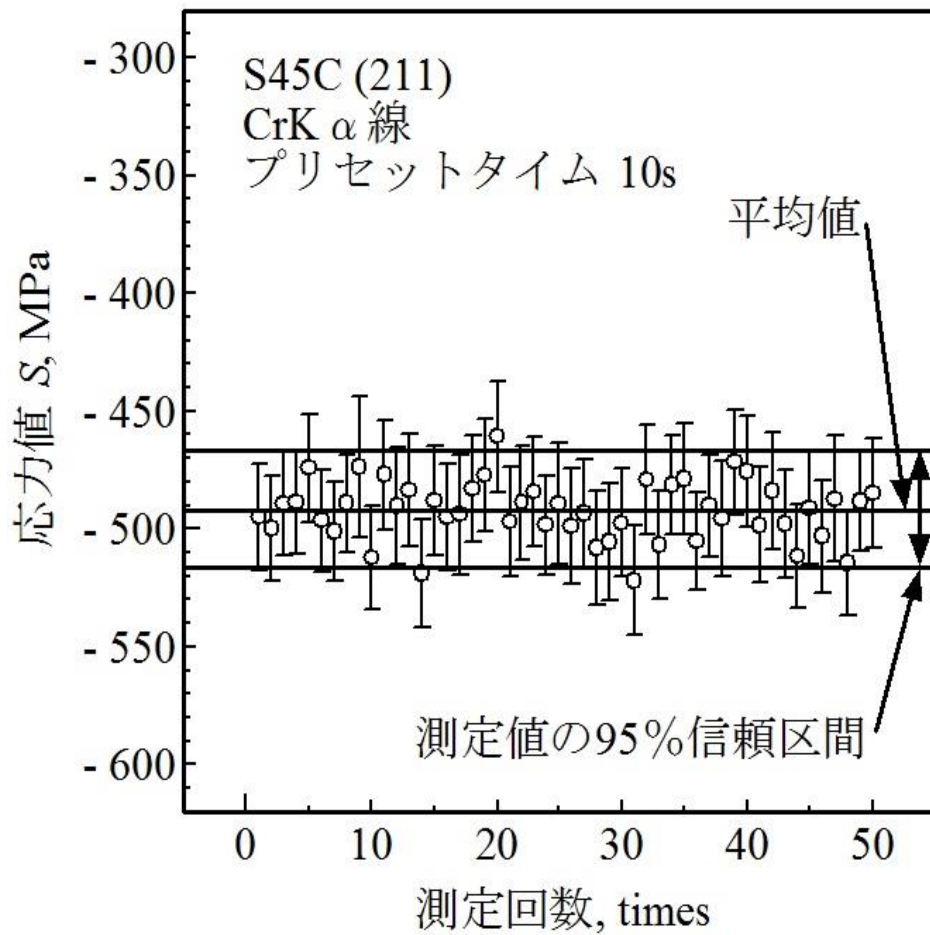


図3 プリセットタイム 10s の応力測定結果

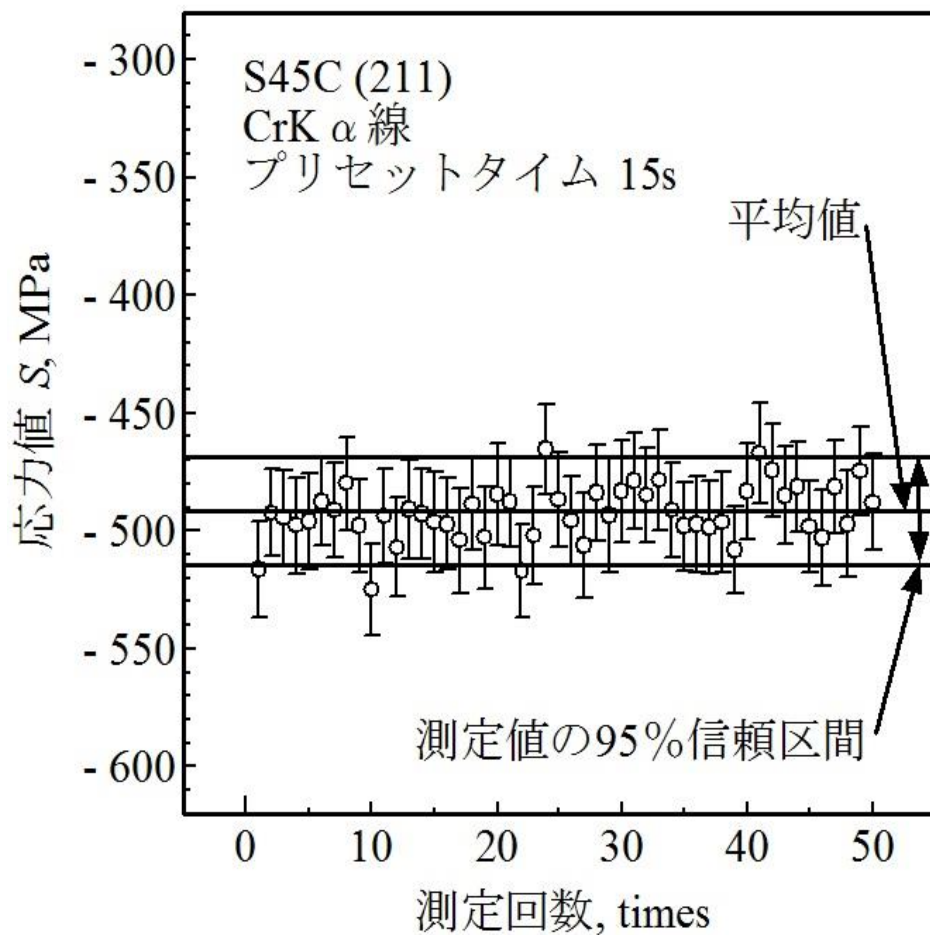


図4 プリセットタイム 15s の応力測定結果

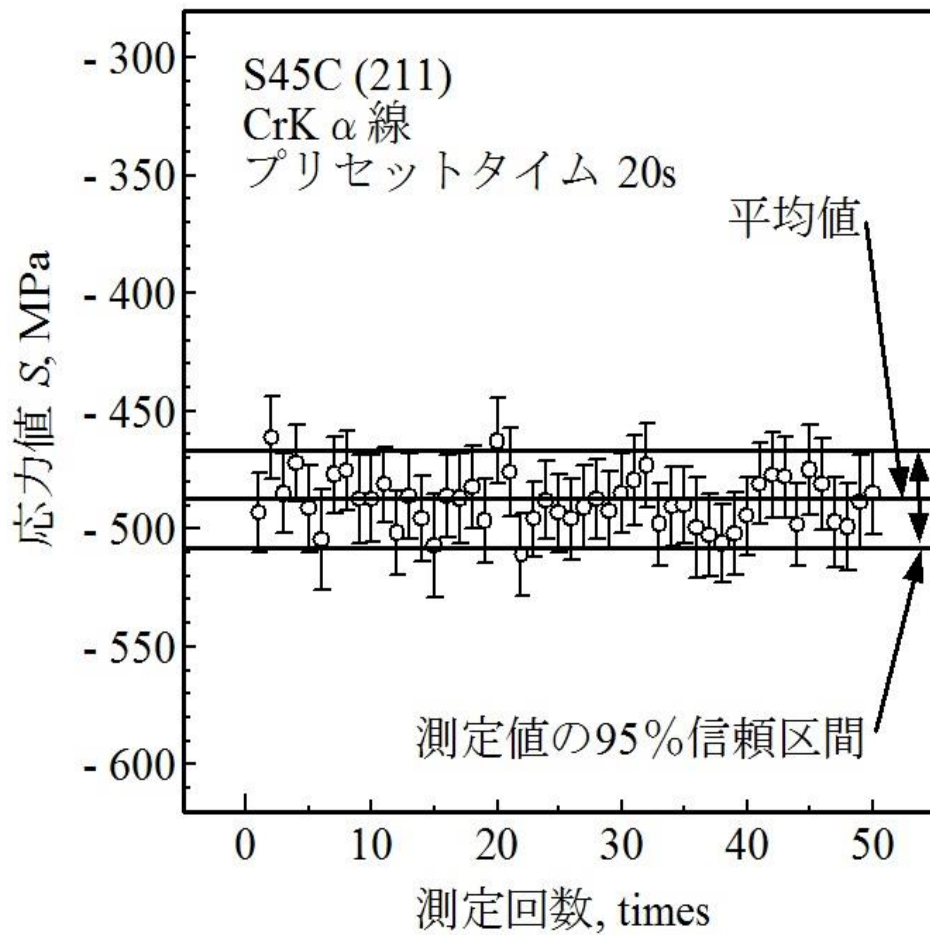


図5 プリセットタイム 20s の応力測定結果

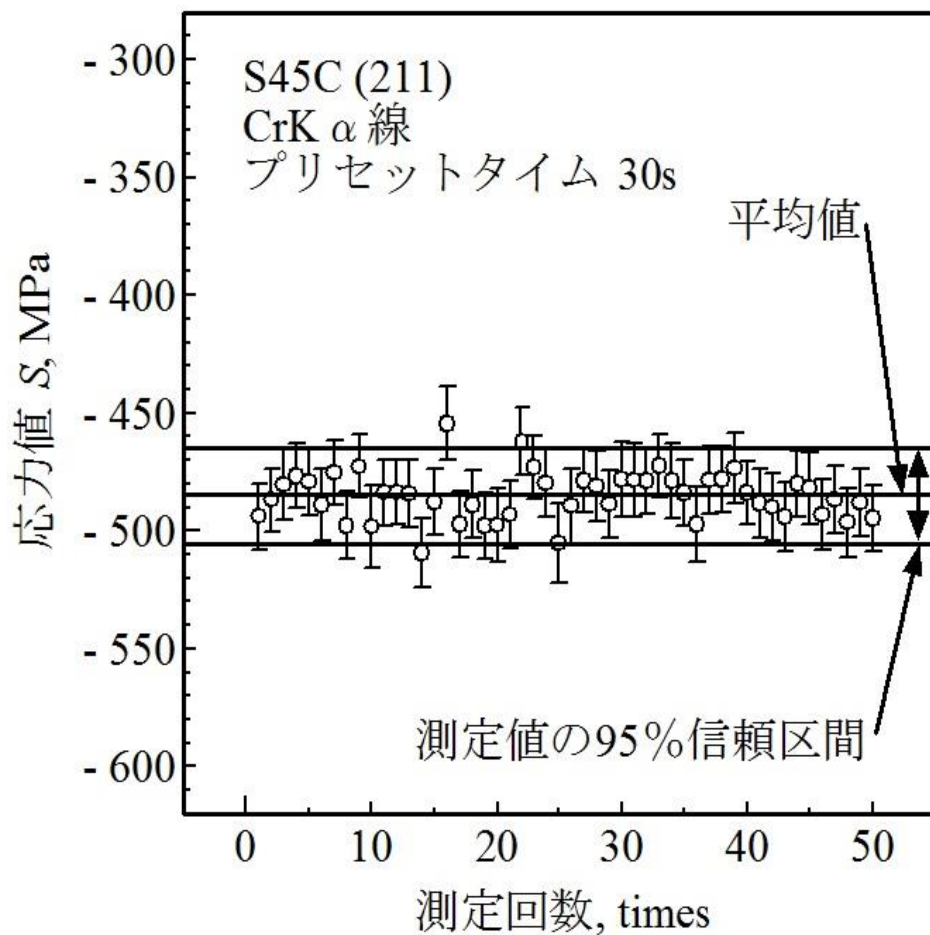


図6 プリセットタイム 30s の応力測定結果

表2 X線による応力値とその95%信頼区間

プリセット タイム, s	50個の応力値		1回ごとに解析的に求めた応力値 の95%信頼区間
	平均値, MPa	95%信頼区間, MPa	50個の平均値, MPa
5	-483	±39	±32
8	-485	±30	±27
10	-492	±25	±23
15	-493	±23	±20
20	-489	±22	±18
30	-485	±20	±15

文献

- 1) Kurita, M., Journal of Testing and Evaluation, 9-5 pp.285-291, (1983).
- 2) Kurita, M., Bulletin of the JSME, 21-156, pp.955-962, (1978).
- 3) Kurita, M., Journal of Testing and Evaluation, 10-2 pp.38-46, (1982).
- 4) 栗田ほか, 材料, 31-345, pp.609-615, (1982).

問い合わせ：新潟県工業技術総合研究所

県央技術支援センター 斎藤 雄治

TEL：0256-32-5271 FAX：0256-35-7228