

自動X線応力測定装置

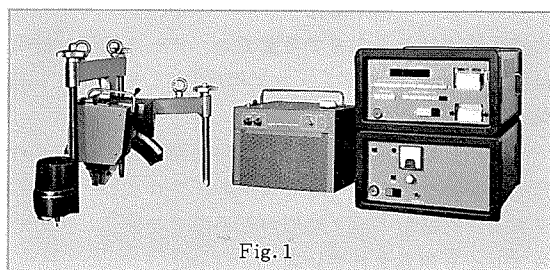


Fig.1

X線による残留応力測定法は、測定しようとする金属の結晶格子面間隔をひずみのゲージとして用い、回折現象を利用しているため、他の応力測定法にはない非破壊非接触で行なえる特色を有している。しかし、応力値を得るまでの手続きが複雑であり、現場構造物の非破壊検作業としては、その点の改良が期待されてきた。そこですでに確立している「X線応力測定標準」(日本材料学会X線材料強度部門委員会編)に基づくデータ解析法と共に、ゴニオメータの 2θ 、 ψ 駆動をクローズドループ制御で行ない得るマイコンシステムを開発した。この結果、測定作業者は、材質の指定を行なうだけで、ただちに精度よく応力値を知り得るようになった。

開発装置の全景写真をFig. 1に示す。装置をいくつかのコンポーネントに機能分割する事によって、現場への適用性を増大させているが、ここでは、装置の中核である演算制御部について詳述する。

演算制御部は、Fig. 2のようなブロックダイアグラム

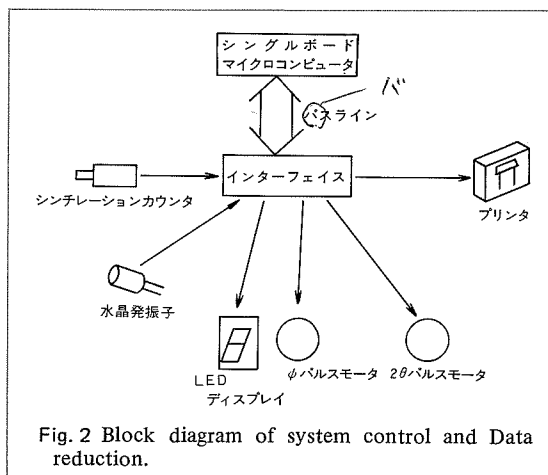


Fig. 2 Block diagram of system control and Data reduction.

を構成している。割込み制御としては、ゴニオメータの 2θ 、 ψ 駆動用パルスモータおよび各々のデジタル表示、放電プリンタ、X線の遮断、演算フローへの割込み(プログラムのスタート、ストップおよびリセット)がある。

最大の特長は、従来、測定対象物の材質、特性X線波長、加工歴、硬さなどに応じて、検出器走査範囲、デ

ータサンプリング間隔、計数時間等を熟練した知識またはモニタによるピークプロフィルの形から判断して決めていたが、自動的に行なわれるテストスキャンにより、マイコン自身が、これらの最適測定条件を決めてくれることである。Fig. 3に測定例を示す。ここで、ピーク位置の決定は、半価幅中点法で行なわれ、その際バックグラウンドおよびLPA補正がなされている。LPA補正の効果は、試料の半価幅が大きい程大きく、応力値ばかりでなく、その信頼度にも影響する。Table 1に半価幅が約 6° 程度の試料についてそれらの効果を検討した結果を示す。

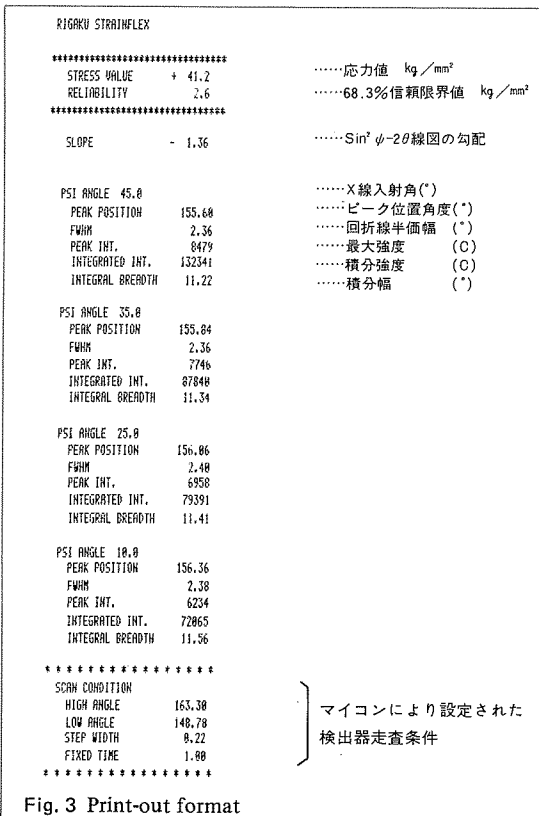


Fig. 3 Print-out format

ψ°	補正なし	吸収補正	LPA補正
0°	155.19	155.14	154.85
15°	155.90	155.84	155.52
30°	156.95	156.85	156.51
45°	158.14	157.91	157.56
応力値 (kg/mm ²)	135.27	127.08	124.35
信頼限界値	±3.31	±1.37	±0.46

FWHM $\approx 6.0^\circ$

Table 1 An effect of LPA correction on Residual stress and its reliability

隅肉溶接継手の測定例

開発した装置を用いて隅肉溶接継手のビードに対して直角方向の表面残留応力を測定した。供試材は60kg級の高張力鋼である。測定結果をFig. 4に示す。測定に際してはあらかじめ表面の熱間酸化スチールを電解研磨し、約60 μ m程度無ひずみ除去した。なお、一点の測定に要した時間は10分程度である。

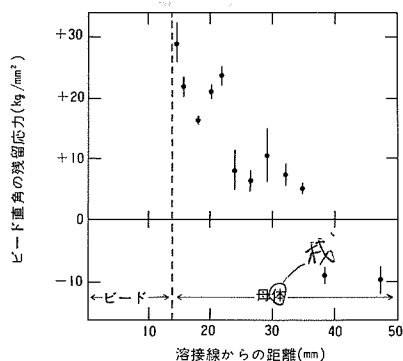


Fig. 4 An Residual stress distribution on the extreme surface along the direction normal to the bead of fillet welded joint.

4軸形単結晶自動X線回折装置(AFC)には、X線源として密封式X線管が通常使用されているが、得られるX線強度に限度があり、(0.1~0.2mm)³程度の体積の試料が使用し得る最小の体積であるとみられてきた。しかし、ユーザーの方々の中に、さらに小さな試料が測定できればとの強い要望があり、またもっと早く測定を完了したいとの要望があった。一方強力形回転対陰極X線発生装置は近年性能、安定性が極めて向上し、AFCのX線源として採用することができるようになった。密封式X線管にくらべ7~10倍の強いX線が得られるので、(50 μ m)³程度の試料でも測定可能となった。さらに普通の大きさの試料では回折強度の増加が大幅に見込まれるので、測定時間の短縮が可能となり約3倍の高率が期待される。

従来1日2000斑点程度の測定であったものが、4000~5000斑点/日が期待されるわけである。さらに微小試料による精度の向上も可能となりより速く、より高精度の測定の要求に大きく迫るものとなった。その他にもいくつかの特長があり以下に記すと、2 θ 、 χ 、 ϕ 軸の軸設定スピードが、最大2000°/minとなり高速化メカが完成した。計数のリニアリティが更に高くなり50,000cpsと直線計数領域が広がった。モニターシステムによってX線強度に対する信頼度が高まった。ゴニオメータは高速化、測時間測定を旨とした堅牢で耐久性の高精度化に成功した。長定者の特殊な測定を自由に行える完全なFortranシステムとした、などをあげることができる。主な仕様を以下に記す。

- ①60kV200mA 12kWの負荷を実効焦点0.5×1mm²で得ることができる。
- ②安定度は管電流、管電圧とも、 $\pm 0.05\%$ 以内、但し入力電圧変動 $\pm 10\%$ に対して。
- ③4軸ゴニオの軸設定スピード：最大2000°/min(2 θ 、 χ 、 ϕ 軸)1000°/min(ω 軸)
- ④走査スピード： ω 軸1/8~16°/min、2 θ 軸1/4~32°/min ϕ 軸100,200°/min。
- ⑤最小制御角度： ω 軸、0.005°、2 θ 、 χ 、 ϕ 軸、0.01°
- ⑥コリメータ：0.3、0.5、1.0mmの3種。
- ⑦その他アッテネータ、ハーフシャッタ、望遠鏡(20倍)、モノクロメータなどがある。
- ⑧計算機はPF、U-100(ICメモリ、40KB)、ミニディスク、2.5MB、磁気テープ、タイプライタが装備されている。
- ⑨ソフトウェアはTIS7000レベルによるFortran 言語使用で、

「結晶の格子定数および取付方位の決定」「積分強度の精密自動測定(モニタ法によるX線強度変動の監視)」「各種結晶に関する計算プログラム」などがある。なお、Fortran化により使用者自身による測定プログラムの製作も可能となっている。

強力形単結晶自動X線回折装置

