

(The left photo is a general view, and the right shows a detail of the contact unit.)

Photo. 2. Specially designed positioner in the pipe manufacturing mill line.

V. 結 言

予備実験により $1\text{ MC} \times 70^\circ\text{S}$ の斜角探触子を用い適当な調整条件を選べば電縫鋼管溶接部の超音波探傷が内面ビードや微細な偏析などにわずらわされずに実施できることを確認しえた。製管工程中に設置した際に、2, 3 問題となつた点があつたがこれらは機構上の簡単な改造で解決することができた。探傷結果は製管工程中でも予備実験の場合とほとんど同様でほぼ満足すべき状態で使用をつづけている。

620.179.16:669.14-415

(102) 薄板の超音波探傷について

八幡製鉄所技術研究所

田尻惟一・関野昌蔵・佐々木幸人

On Ultrasonic Flaw-Detection of Steel Sheets.

Ichi TAJIRI, Shozō SEKINO
and Yukito SASAKI.

I. 結 言

薄板が一番問題とされる欠陥の主なるものは2枚板、ラミネーションなどで、これらは一般に簡単な形状、多くは板面に平行にのびた平面的広がりを持つものである。これらの欠陥を対象とするとき、共振法による方法、超音波探傷器による縦波透過法、板波による透過法および反射法が有効な方法と考えられる。欠陥が大きい場合前2者の方法でもかなり有効に用いることが出来るが、小欠陥に対する欠陥検出能が幾分不足している。これらの方法の欠陥検出能を人工欠陥の場合について示すと次のようになる。周波数 5 MC を用いる水浸透過法の場合、透過波高が無欠陥部の値より -6 db ($1/2$) に減衰する人工欠陥の大きさを求めると、音束の直径が $20, 10, 5\text{ mm}$ のときそれぞれ $6, 3, 1.3\text{ mm}$ 巾の人

工ミゾに相当する。また共振法(探触子 5 MC) の場合、 $F/B > 100\%$ において明かに検出できる人工欠陥の大きさを求めると、音束の直径が $10, 5\text{ mm}$ のときそれぞれ $10\text{ mm } \phi$ (6 mm 巾人工ミゾ)、 $5\text{ mm } \phi$ 平底ドリル孔が検出出来ることがわかる。

薄板の欠陥検査には最近開発されつつある板波を用いる方法が、いろいろの面から最も注目される方法のように思われる。板波の理論より、板厚、周波数および音波の入射角がある組合せのときにだけ板波が発生することが知られている。実際には可変斜角探触子を用い、入射角度を調節することによって任意のモードの板波を出すことが出来る。板の中をジグザグに反射して伝播する横波は、本質的に板面に平行に広がった欠陥からは反射波を生じない。板波の振動は横波と縦波のある組合せになつていて、このような欠陥も容易に検出出来る。すなわち、板波の伝播する途上にその発生条件と異なるような不連続部分が存在するときには欠陥の方向に無関係に、板波の反射が起り、またこの部分を透過する板波は弱くなる。従つて薄板の探傷には板波の反射と減衰のいずれかを用いればよく、また両者を併用する方法も可能である。

この方法はすでに冷延工程中における板の検査および製品切板の種別検査への応用実例が外国の文献に2, 3 報告されている。しかし欠陥検出能その他についてまだ不明の点が多く、実用化に際してこれらの解明が必要であるように思われる。

II. 試料および試験方法

アルミキルド鋼、板厚 2.3 mm 熱延板、 $0.6, 1.0\text{ mm}$ 冷延板の側面から 200 mm 位置に $1\text{ mm } \phi$ のドリル孔を板面に直角に貫通させたものおよび、側面に平行に浅い引カキキズを加工したものと無加工のものを用い、各種モードの板波により側面反射および欠陥反射の特性をしらべた。また板厚 2.3 mm 熱延板、 0.6 mm 冷延板に実在する欠陥を探傷し、これらの板波による検出能に

Table 1. Characteristics of plate waves.

Thick-ness (mm)	Incident angle (°)	Mode	Group velocity (m/s)	Attenuation (2 MC), (db/cm)	Relative amplitude (db)	1 mm ϕ hole through plate				Scratch Flaw-echo (db)
						Edge-echo (db)	Flaw-echo (db)	Edge-echo attenuation (db)	Flaw-echo attenuation (db)	
0.6 As cold-rolled	22	(S ₀)	5314	-0.143	-24.5	24	0>	-0.125	-	0>
	29.5	S ₀	5326	-0.136	0	48	20.5	-0.12	-0.25	12.5
	37	(S ₀)	5380	-0.143	-25.5	21	0>	-0.11	-	0>
	68	a ₀	-	-0.183	-32	-	-	-	-	-
1.0 As cold-rolled	16.5	a ₁	3132	-0.185	-14.5	0>	0.5	-	-0.625	0
	24.5	(S ₀)	4170	-0.168	-22.5	23	0>	-0.165	-	-
	32	S ₀	4366	-0.193	0	46	17	-0.16	-0.28 ~ -0.383	1
2.3 As hot rolled	39	(S ₀)	4395	-0.205	-24.0	19.5	0>	-0.156	-	-
	19	S ₂	3233	-0.129	-7.5	40	15.5	-0.188	-0.30	3
	29	S ₁	4909	-0.189	-10.5	33	7.0	-0.150	-0.283	(2)
	37.5	a ₁	2263	-0.20	-8.5	42	16.5	-0.285	-0.325	(5.5)
	63.5	S ₀	2803	-0.33	(-0.5)	38	11.0	-0.215	-0.337	(8.5)
68.5	a ₀	3061	-0.236	0	47	21.5	-0.185	-0.285	4	

ついてしらべた。

板波の発生には、クラウトクレーマー製超音波探傷器 USIP-9、有機ガラス底をもつ可変斜角探触子 UWB、2 MC を用いた。

III. 実験結果

1. 人工欠陥による試験結果

人工欠陥および無加工の板を用い、各種モードの板波により側面エコーおよび欠陥エコー特性をしらべた結果をまとめて Table 1 に示した。

有機ガラスから鋼中に音波が入射する場合、各板厚毎に Table 1 に示すような各モードの板波が発生する。ただし探触子の可変角度は 10~80 度である。理論的に計算によつて求められている板波のモードでは理解出来ない波が 1.0, 0.6mm 冷延板において観察された。() 内のモード符号は入射角の値がこれと近い板波のモードを示したものである。板波の群速度はモードによつてかなり異なる。この測定は水中で反射板を動かし、ブラウン管上を任意に移動する縦波と板波の干渉を用いて行ない、その精度は約 1% である。2 MC を用いた場合の板波の減衰度は測定される板波のモードによつてかなり異なるが、側面エコーについて測定した値は大体 -0.129 ~ -0.33 db の範囲にあることが Table 1 から知られる。

側面エコー、欠陥エコー高さはいずれも側面および欠陥と音ビームの中心間距離 300mm のときの値で、このときの 0 db は最高探傷器感度のブラウン管上波高 20 mm である。Table 1 の相対的音圧強度を見ると、板厚 0.6, 1.0mm 冷延板ではそれぞれ 29.5°, 32° の入射角のときの板波が最も強く、その他のモードの波はこれに比べていちじるしく弱い。また 2.3mm 熱延板においては飛び抜けて強い板波のモードはなく、いずれもかなりの強さを持っているから、どのモードの板波でも使用できることがわかる。1mm ϕ ドリル孔の場合について、その側面エコーと欠陥エコーの減衰度を比較すると、欠陥エコーの減衰の方が幾分大きい結果が得られた。1mm ϕ ドリル孔からの欠陥エコーは、板厚 0.6,

1.0, 2.3mm の入射角を 29.5°, 32°, 19° に選ぶとき、それぞれ 20.5, 17, 15.5 db の高さを示し、この程度の小欠陥が容易に検出可能なることがわかる。また表面のスリキズの影響をしらべるために行なつた浅い引カキキズによる結果から、板厚の薄い場合にこれらの欠陥が探傷結果に大きい影響を与えることが知られる。これらの実験に用いた板波がピークの強さから 1/2 まで弱まる角度範囲は $\pm 2 \sim 3^\circ$ であつた。

2. 実在欠陥による試験結果

板厚 2.3mm 熱延板および 0.6mm 冷延板を探傷し、その欠陥エコー高さと実在欠陥との対応性についてしらべた。Fig. 1 は 2.3mm 熱延板についての試験結果の中より 1 例を示したものである。

Fig. 1 の結果より、測定(探傷)線上を切断しその断面をペーパーで研磨仕上した後、肉眼検査、染色および磁気探傷を行なつた結果からは、検出が弱く実際にはほとんど検出不可能に思われる Photo. 1 の顕微鏡写真で示される程度の小欠陥からも、欠陥と探触子間距離 300mm においてなお 5~10 db のエコー高さが得られることがわかる。

Fig. 1 の結果および実在欠陥について行なつた多くの試験結果から、板波を用いることにより薄板内に存在

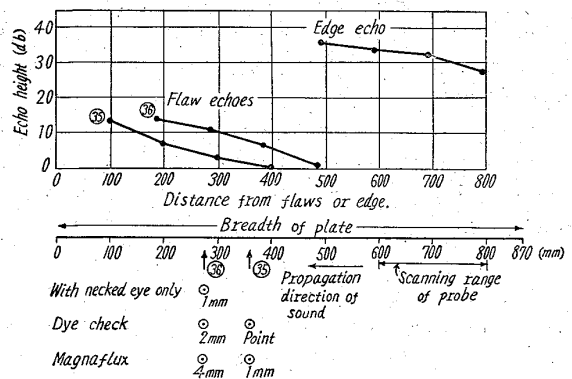
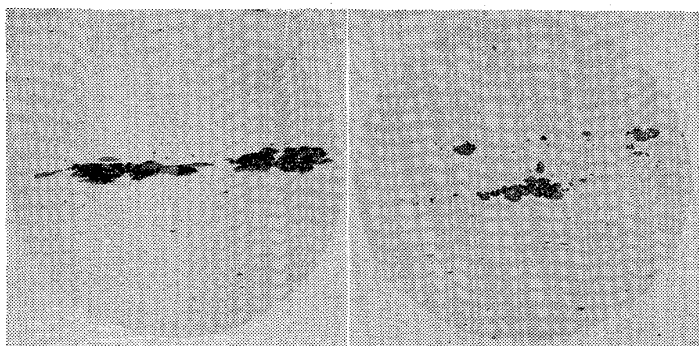


Fig. 1. Flaws of commercial sheets and their echoes caused by plate waves.



Flaw No. 85 Flaw No. 86 $\times 120 (1/2)$

Photo. 1. Microstructure of flaws Nos. 85 and 86.

するラミネーション性の板面に平行な欠陥が十分な検出感度で探傷できることを確認した。

IV. 結 言

板波を用い薄鋼板のラミネーション性欠陥を圧延工程中に検査するための予備試験として、まず可変斜角探触子の直接接合法による板波の特性および特に欠陥検出能についてしらべた。その結果、板面に平行にのびたラミネーション性欠陥に対して、板波の欠陥検出能が実用上十分高いことを確認した。

No. 62103

621.77.0/6.3:620.192.22

P. 519~519

(103) 冷間加工と機械的性質

日本精工 南部信吉
Cold Working and Mechanical Properties of Metals.

Nobuyoshi NANBU.

I. 緒 言

金属に冷間加工を与えると、その機械的性質や金相学的性質が変化することはすでに知られている。金属加工技術者はその何れも熟知していなければ、適切な加工機械や工具の設計および適切な製品の製作を期待することが出来ない。それ故に加工の種類によつて目的とする冷間加工度と機械的諸性質の関係を事前にする必要がある。SIMS¹⁾, EMICKE & LUCAS²⁾, ADB-AWF³⁾, BISRA⁴⁾等は、圧延、引抜等の冷間加工の種類に応じてそれに最も適した加工法を指定して加工度と、機械的諸性質の基礎的な研究を行つている。筆者も冷間圧延の研究⁵⁾をするさい 10 数種の材料について事前に加工度と機械的諸性質および、顕微鏡組織の研究を行い冷間圧延の研究に用いた。しかしこの基礎的研究はそれのみでも金属加工に従事する人々に利用していただければ幸である。

II. 実 験

1. 試験材料

試験に供した材料の化学的組成と、加工に先立ち軟化焼鈍を行つたのでこれを Table 1 に示す。

2. 実験装置

供試材に与えた加工の種類は冷間圧延の研究の一部として行つたものであるから圧延機によつて各種圧下率をもつた供試片を Fig. 1 に示す圧延機で製作した。圧延機の仕様は 4 段冷間圧延機神奈川工試所有で、

- 控えロール: 径 250mm クローム鋼焼入研磨
ポリッシュ
- 作業ロール: 径 60mm クローム鋼焼入研磨
ポリッシュ

で、駆動は控えロールをもつて行ない、回転数 380 rpm 20 HP 電動機で行なつた。他に引張試験機としてアムスラー型引張試験機 30 t (東京衡機) 200 kg (藤井精機)、伸び率を出すためにユニバーサル測定顕微鏡 (ツアイス製) を、硬度測定には微少硬度計 (ライツ製) を使用した。

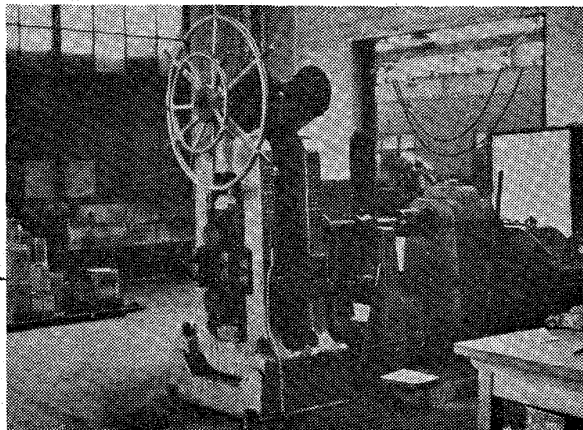


Fig. 1. 4 Kaltwalzgerüst.

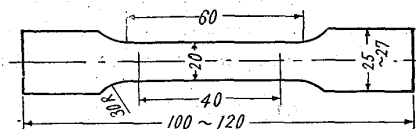


Fig. 2. Zugprobe.

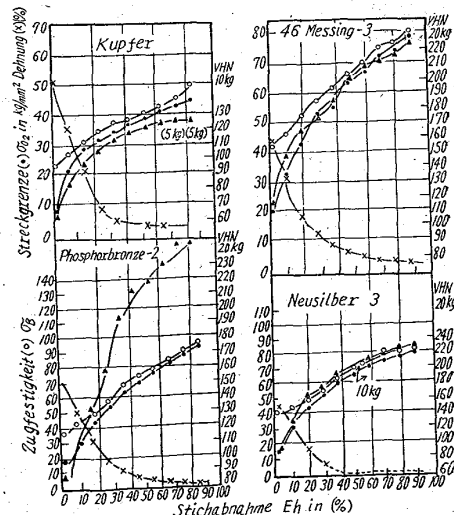


Fig. 4