

木釜の壁厚測定計器について

池 田 修 三

1. 緒 言

パルプ工場に於て木釜、その他の装置の腐蝕が問題となる場合には、保全上、経済上の観点から、先づ装置の腐蝕速度及び寿命に関するデータを蒐集、記録することが必要であって、既に指導所月報、第59号（1956年12月号）に、TAPPI腐蝕委員会の木釜の腐蝕調査報告様式を簡単に紹介した。同委員会のTAPPIデータシート173 "Digester Inspection Report," (TAPPI, Vol. 39, No. 9, 191A - 198A, Sept., 1956) には更に詳細なる調査事項及び記録様式が規定されており、次の15項目からなる。

ダイゼスター調査報告 (TAPPデータシート173)

シート1. 調査と報告のチェックリスト

- " 2. 基礎的参考データ ベッセルの寸法
- " 2A 基礎的参考データ ベッセルの寸法
- " 3. 基礎的参考シート ベッセルの構造
- " 4. 一般的情報
- " 5. 肉眼観察記録
- " 6. 厚味測定記録
- " 7. 修繕の記録—所在
- " 8. 修繕の記録—記述
- " 9. 許容厚さの計算
- " 10. 腐蝕速度の数字的計算
- " 11. 腐蝕速度の図解的計算
- " 12. 残余の運転寿命の評価
- " 13. 綜括データシート
- " 14. 綜括討論シート

その内容及び具体的な方法に関しては上記のデータシート及びTAPPI Monograph Series No. 12, "Inspection of Digesters," (1954) を参照されたい。尚後者はパルプ訳文委員会から邦語訳文が出ている（訳文特集第10号、木釜の腐蝕調査、昭和30年4月）。

而して、木釜の腐蝕調査の目的は、その腐蝕速度を確定し、缶体の安全評価、及び残余の運転寿命の評価等に利用するにあるのだから、木釜の壁厚測定が重要な項目となつている。

壁厚の測定方法は、ASME Boiler Code UA - 806 (指導所月報第59号に紹介) に従つてもよいが、TAP

PI腐蝕委員会では、非破壊的厚さ測定計器の使用を推奨している。木釜の壁厚測定箇所は、壁面を格子状に区分（円周方向を8等分、高さ方向2~3ft間隔）し、その交点全部について測定するのであるから、例えば高さ42ftの木釜の測定点は100箇所以上となり、且同じ箇所の測定を約6ヶ月毎に繰返さなければならぬのであるから、そのためには精度の高い、取扱の簡単な特殊な計器の使用が必要となるのである。

2. 非破壊的厚さ測定計器について

普通小さな試片の厚さはマイクロメーター等により測定することができるが、被測定物が大きい場合、或は連続的に動いている場合には、特殊な計器が必要となる。最近、工場のオートメーションが進み、工程を流れている製品の厚さ変動を連続的に測定する必要から、厚さ計器は非常に発達した。

非破壊的に厚さを測定する方法としては、次の原理を応用したものが用いられている。

- (a) 磁気抵抗の変化を利用するもの.....ゴム、紙、セロファン、セルロイド等の非金属
- (b) 空気圧の変化を利用するもの.....凡ての薄物に適す
- (c) 放射線の吸収、又は反射を利用するもの.....各種の非金属、金属
- (d) 超音波の共振を利用するもの.....各種の非金属、金属
- (e) 静電容量の変化を利用するもの

夫々の用途は上述の如くであって、計器の原理、構造により測定範囲、精度等に特徴があるので、被測定物の性状に応じて最適のものを選択すべきである。（夫々の原理及び特徴に関しては雑誌オートメーション、Vol. 2, No. 4 (1957) に概説されているから参照されたい。）

その中、工程を流れている製品の厚さを連続的に測定する工場用の計器としては、上記の (a), (b), (c) の原理を応用したものが実用化されている。

又、木釜の如き静止した金属板の厚さ測定には、(a), (c), (d) のものが用いられ、その中、(a) は

非磁性の金属板のみに、(c)(d)は各種の金属板の測定に利用しうる。これらについては章を改めて詳述する。

尚、参考までに各種厚さ測定計器の国内主要メーカーを紹介しておく。

厚さ測定計器主要メーカー

(オートメーション, No.4, 1957より引用、一部追加)

A. 電磁式厚さ計

大倉電気株式会社第一営業課

東京都杉並区西田町2の407

株式会社三和電気科学研究所

東京都品川区南品川6の1500

島田理化学工業株式会社

東京都中野区富士見町17

株式会社東邦計量器製作所

東京都三鷹市下連雀60

株式会社島津製作所計器部

京都市中京区河原町二条南

B. 空気式厚み計

コッス測定器株式会社

東京都千代田区有楽町1の2

東京精密工具株式会社

東京都三鷹市下連雀337

御器谷メタル工業株式会社

東京都大田区久ヶ原町1036

株式会社緑測器研究所

東京都杉並区和田木町681

C. 放射線式厚さ計

神戸工業株式会社

東京都中央区八重洲3の7

東京芝浦電気株式会社通信機販売部特器課

東京都港区赤坂溜池町30

株式会社日立製作所計測器部

東京都千代田区丸の内1の4

株式会社堀場製作所

京都市中京区中新道三条南入ル

D. 超音波式厚さ計

川崎製鉄株式会社計量器工場計器課

神戸市葺合区脇浜町3の2035

日電工業株式会社

仙台市

3. 木釜の壁厚測定計器

前述の如く、超音波式と放射線式がある。

3.1. 超音波式厚さ計

固体の中を伝播する超音波の共振原理を利用して、被測定物の一方より非破壊的に材料の厚さを測定するものである。

原理 超音波を発生する水晶板振動子(カット)をグリセリン等の液体を介して、被測定板面に接触させ超音波を送り込むと、伝播した波は反対側の面に達して反射し、板の厚みが丁度波長の $\frac{1}{2}$ の整数倍になった時、共振を起し定常波を生ずる。今、物体内を伝播する音速をC、共振周波数をf、波長を λ 、板の厚さをtとすると、

$$t = \frac{n\lambda_n}{2} = \frac{nC}{2f_n} \quad (n, \text{共振次数を示す正整数})$$

で表され、材質が一定ならば音速は一定であるから、共振を起した時の周波数fを求めれば厚さtが測定出来るわけである。共振次数nは一般に未知であるが、今或る共振周波数を f_n 、次の次数の共振周波数を f_{n+1} とすると、上式は

$$t = \frac{C}{2(f_{n+1} - f_n)} = \frac{C}{2\Delta f}$$

となり、任意の相隣る次数の周波数の差 Δf を測定すれば厚さtを求むることが出来る。

測定上の注意事項

(i) 測定面にスケール、錆等がついている時は水晶振動子からの音響伝達が非常に阻害されるので、これ等は予め除かねばならぬ。但し塗料は極端に厚くない限りは普通そのまま測定出来るが少々感度の低下を来す。

(ii) 裏面のスケール、水垢、錆、塗料には全く影響されない。又数枚の板が重なり合って存在する場合は測定上面の一枚の厚みが求められる。

(iii) 裏面が傾斜していたり凸凹がある場合には測定不能となる場合がある。即ち、表裏面は平行平滑であることが望ましい。

(iv) 平行曲面の測定は、使用水晶振動子の形状が問題となるが、1インチのガス管までならば普通の平面状水晶で測定可能である。

() 厚い物を測定する場合には、共振周波数を5~10ケの次数間隔で読みとり平均して求むる方が誤差が少くなる。

(vi) この計器は材料の厚さの他に、その内部的欠陥の検査にも使用できる。

(vii) 金属、非金属を問わず、平行面をなす凡ゆる物の厚さの測定が可能である。

計器メーカー

(1) 川崎製鉄株式会社計量器工場

“TC - 1A型超音波式厚み計”

主要部分の構成は第2図の如くである。即ち可変周波数発振器で周波数を一定の周期で連続的に変え、これを水晶振動子に送り込むと、電氣的振動エネルギーを機械的振動エネルギーに変換して超音波を発生する共振状態を知るには、ブラウン管の水平軸に或る範囲の周波数に相当するものを掃引させ、発振回路の陽極電流の変化分を増巾してブラウン管の垂直軸に加えると、ブラウン管面で共振周波数に相当する所にピークを生じ、共振波のスペクトルとして第3図(a)の如く略等間隔に並ぶので、別に吸収型周波数計に属するマーカーを移動させて第3図(b)の如く厚み共振のピークと重ね、予め校正してある計算図表に依り、その位置に対する周波数を読みとり、所要の厚みを求めるようになっている。計器は第1図の如く可搬型ケースに納められ、前扉を開いた前面パネルにブラウン管その他のダイヤルが全部排列されている。被測定物の厚さに応じて、探子及びBandダイヤルを選択して使用する。取扱操作は極めて簡単である。パイプ、タンクボイラー等の厚み、材料的欠陥、及び鋼、銅、アルミニウム、硝子、磁器等の金属及び非金属で平行面をなすものの厚み、内部的欠陥の測定が可能である。

測定範囲 0.4 ~ 150 m/m (鋼)

測定誤差 1 ~ 3%

ブラウン管 120mm

水晶片 3, 5, 10 M.C.

電源 単相交流100V 50 / 60

附属品 電源コード 10m (標準)

接地コード 1m (")

探子コード 3m (")

探子水晶 20 m/m (")

回転式計算尺 1組

標準試験片(鋼) 1個

外形寸法 280 x 340 x 500 m/m

重量 18kg

価格 390.000円

尚、以前に製作していたTG - 2 可聴型は、現在生産を中止している。又、北海道内に於ては岩谷産業株式会社札幌出張所(札幌市南4条西11丁目)が川崎製鉄の代理店として当計器を販売している。

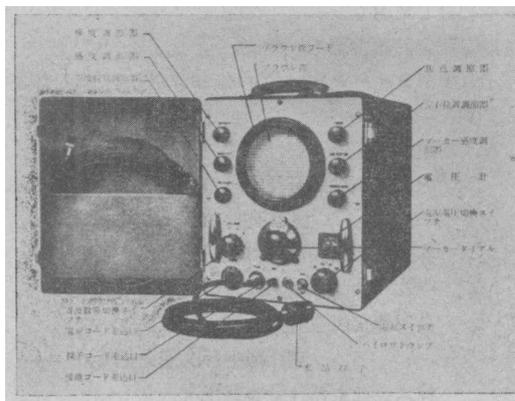
(2) 日電工業株式会社

“超音波式厚味測定器”

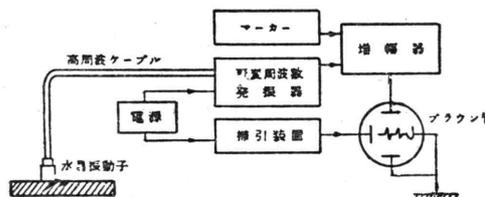
可聴型である。本器は測定器本体、電源部、属品箱とよりなる。

本体 330 x 165 x 230 m/m 5.5kg

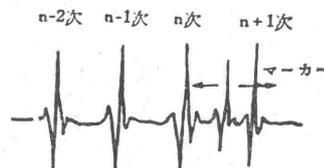
第1図 TC - 1A型超音波式厚み計
(川崎製鉄製)



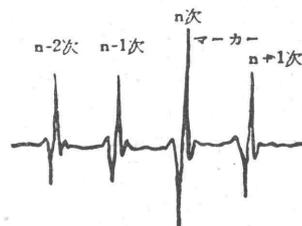
第2図 TC - 1A型主要部分の構成



第3図 厚み測定時に於けるブラウン管の影像。



(a) 共振波スペクトルとマーカー



(b) マーカーを第n次共振波に重ねた所

電源部 255 × 145 × 200 ^m/_m 4.5kg
 部品箱 320 × 145 × 315 ^m/_m 5.5kg
 電源 100V ,
 測定範囲 3 ~ 150 ^m/_m
 管の場合は100 ^m/_m 以上測定可能
 測定誤差 厚さ50 ^m/_mまで2%以内 (鋼に関して)
 " 100 ^m/_m " 5% "

(3) Branson Instruments, Inc .
 37 Brown House Road ,
 Stamford Conn .

" Audigage " Ultrasonic Thickness Tester

この超音波式厚み計は可搬型、蓄電池式で、共振周波数の測定はパネル上のミリアンペアメーターとレシーバーで行うようになっていいる。Audigage FMSS - 5型が標準型であつて、特に薄い物とか遠隔箇所を測定する場合に探子及びコード等の部品を交換して使用しうようになっており、夫々の仕様に応じてFMSS - 5a, 5b, 5c, 5xの特殊型がある。

標準型のケーブルは4フィートで一人で測定する場合に適している。10, 15フィートのケーブルも製作している。長いケーブルの場合にも一人で操作できるように、探子を被測定面に附着させる特殊な磁石も附属している(第6図)。又探子の形は直角型が標準であるが、直線型のものもある。後者は非磁性物の測定に適する(第7図)。直角型の探子には平面用と曲面用とがあり、平面用探子を用いて1インチパイプまで測定可能であるが感度が落ちるので、直径12インチ以下のパイプ或は直径5フィート以下のタンク内面を測定する場合には曲面用を用いる方がよく、外面測定用として1~12インチのパイプに合うもの、内面測定用として12, 18, 24, 36, 48インチの内面直径に合うものを

製作している。探子の発振子は水晶とチタン酸バリウムとを層状に組合わせて作つてあり、計器の型及び被測定物の厚さに応じてa, b, x, y, s, c型がある。又、周波数目盛には厚さ目盛も刻んであり、厚さを直読できるようになっている。然し厚い物の測定には直読目盛では誤差が大きいので、見掛の読みを数倍して算出する方がよい。直読目盛による測定精度は±1%以内である。計器は肩から吊して携帯でき、両手が自由なので便利である。内蔵の乾電池は2~4ヶ月使用しうる。又50~60サイクル、100又は200ボルトの交流電源も使用しうる。連続使用する場合には交流電源の使用を推奨している。

各型式の仕様は次の如くである。

" 標準Audigage FMSS - 5型 "

外型寸法 12 × 14 × 8インチ

重量(附属品共) 23 ポンド
 測定範囲 $\frac{1}{16}$ ~ 12.0 インチ
 周波数範囲 0.65 ~ 2.0 MC
 測定精度 直読目盛による場合、測定厚さの±3% (鋼) 平滑面ならば±1~2%
 探子 A 型
 蓄電池 内蔵。蓄電池の代りに交流電源も使用可能

価 格	
計器 1 組 (附属品付き)	990ドル
探子 (予備品)	50
3/4" B型探子	80
10フィートケーブル	15
磁石固定子	35
電池及びチューブ* (予備品)	13
計	1183ドル (約426,000円)

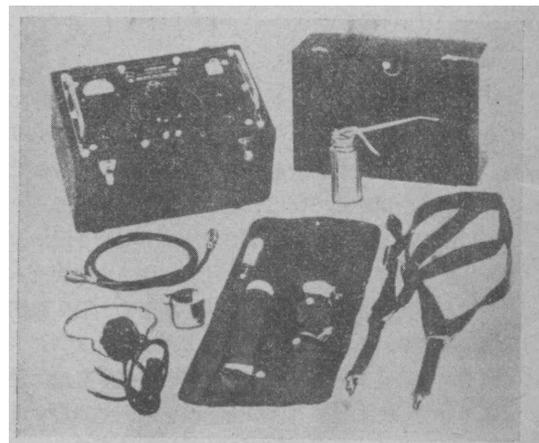
納 期 8週間
 尚本計器はTAPPI Monograph No. 12にも詳細に紹介されている。

" 特殊型 Audigage "

型式	周波数範囲	測定範囲
FMSS-5a	2.0 ~ 6.0 MC	.020" - 4"
FMSS-5b	2.8 ~ 8.4 MC	.015" - 2"
FMSS-5c	1 ~ 3 MC	.040" - 6"
FMSS-5x	0.65 ~ 2 MC	$\frac{1}{16}$ " - 12"

5x型は20, 50, 100フィートのケーブルを使用しうる。

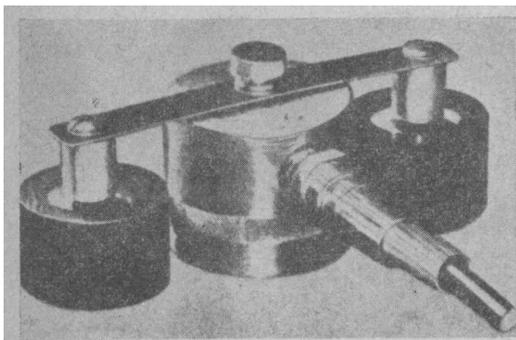
第4図 Audigage FMSS - 5型



第5図 Audigageで測定しているところ



第6図 探子の磁石固定子 (Audigage用)

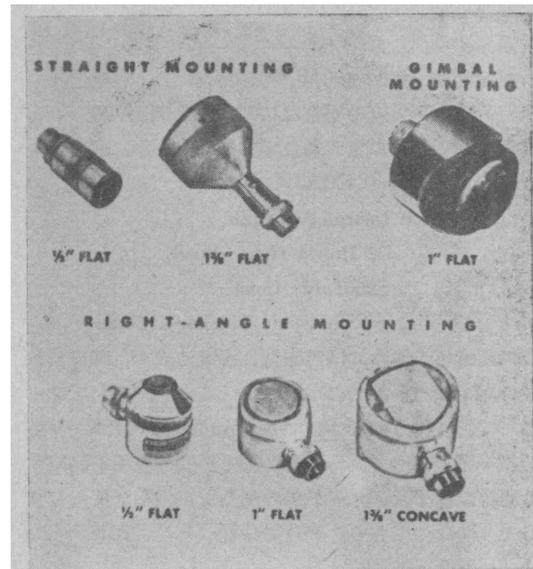


3.2. 放射線式厚さ計

線を被測定物に照射すると、透過又は背面反射してくる放射線の強度は物質の単位面積当りの重量（即ち、密度と厚さ）及び放射線源の位置に関するのでその放射線を電離箱で検出し電離電流を増巾してメーターに指示させ、他方、計器のメーターを厚さ既知の同一物質につきチェックしておけば、厚さを直接読みとることが出来る。金属、非金属の別なく、而も被測定物に直接接触することなしに測定できる（第8図）。

透過式で測定する場合には、木釜の内部中心線に放射線源を吊し、木釜の外側に検出頭を置いて測定するこれを各高さについて行えばよい。線源は正確に中心線におくことが必要で、その偏心誤差は $\frac{1}{2}$ "~1"以内

第7図 探子 (Audigage用)



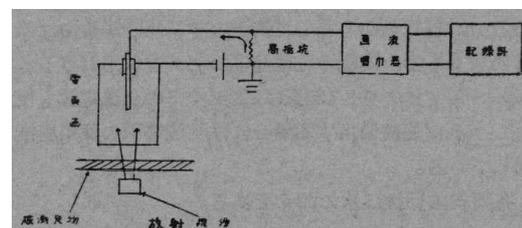
に保つべきである。木釜が傾いている場合には、この注意が特に必要である。鋼の厚さ測定可能範囲は0"~4"とされている。ライニングの影響は通例小さいのでカーボン煉瓦を内貼りした木釜も測定することができる。

反射式で測定する場合には、放射線源及び検出頭を同じ側に置いて行う。片面から測定できるので便利である。測定可能範囲は、鋼の場合 $\frac{1}{16}$ "~ $\frac{1}{4}$ "とされているタンク内に空気以外の内容物が入っていると測定値に影響するので注意を要する。

放射線式厚さ計は、測定精度は余り高くないが、非接触的に且迅速に測れるので多くの箇所を測るには便利であらう。透過式の方が反射式より厚いものを測定できる。

放射性物質を用いるので取扱いには十分の注意を要する。使用法を誤らなければ危険はない。

第8図 放射線透過式厚さ計の原理



尚、線による厚み計は、次表の如く薄い物の測定にしか使えない。

型式	放射線源	測定範囲		
		最大厚み (mg/cm ²)	銅板 (mm)	銅板 (mm)
β線透過型	タリウム 204	120	0.15	0.13
	ストロンチウム 90	70	0.63	0.61
	リューテニウム 106	1200	1.25	1.22
β線背面反射型	ストロンチウム 250	0.3	0.30	0.26

計器メーカー

(1) 神戸工業株式会社 "レフレクトロンTG-3型"

線反射式厚み計で、厚い金属製品及び有機、無機物質の肉厚を一方側から測定できる。携帯用として製作してある。測定ヘッド部を被測定物にあてる（被測定物との距離 約20mm）と、厚み指示電流計によって厚みを直読できる。示される厚みは、被測定物の70×150mm²の範囲の平均値である。一点につき30秒以内で測定できる。放射線の危険が無いように製作してある。

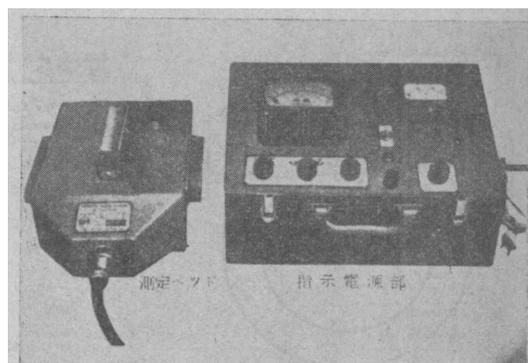
測定範囲	鉄	0~25mm
	鉛	0~15mm
	コンクリート	0~130mm
	ベークライト	0~70mm
放射線源	コバルト60	(有効寿命3年)
精度	5%	
電源	A.C. 80~100V, 50~60 . 50W	定電圧装置付
価格	約70~80万円	

(2) United Engineers, Inc. Tulsa, Oklahoma, U.S.A.

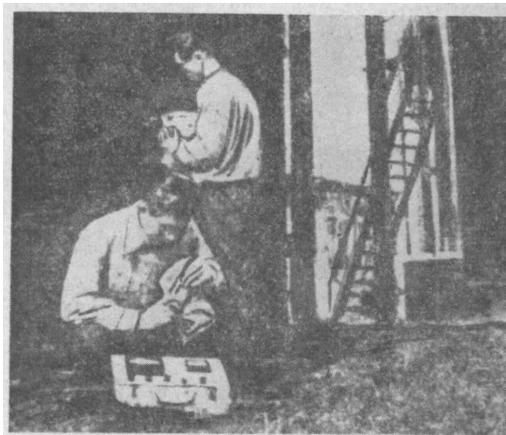
"Penetron"

第12図に示す如く、平面壁厚測定用（標準型）とパイプ肉厚測定用（切線型）の2種類の測定ヘッドがある。前者はラヂウム源から放射された線が被測定物に当たって反射してくる二次線の強さを測定するのに対し、後者は透過した線を測定して夫々の厚さを知る。経い曲面ならば標準型で測定しうる。切線型はパイプに対して用いる。径2"~12"のパイプに対しては12³/₄"の切線型ヘッドを使用する。8¹/₂"及び17¹/₂"のヘッドもある。放射線を利用するので被測定面を磨く必要は無い。

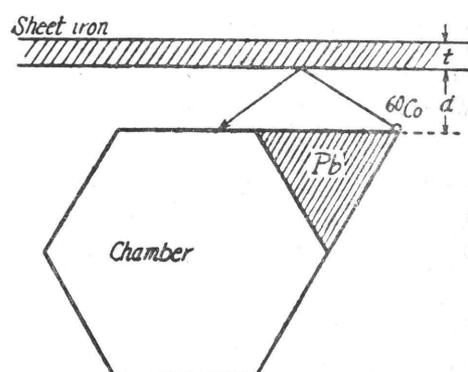
第9図 レフレクトロンTG-3型



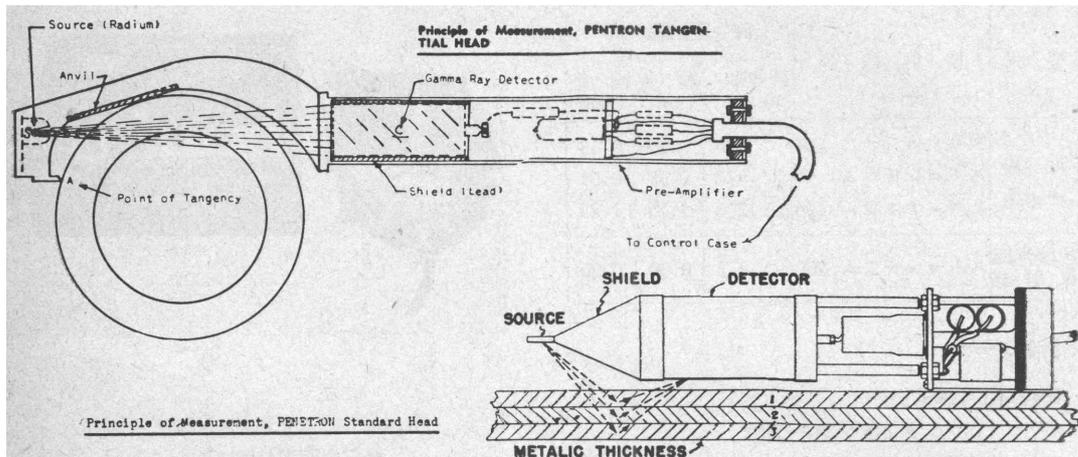
第10図 レフレクトロンでタンクの厚みを測定しているところ



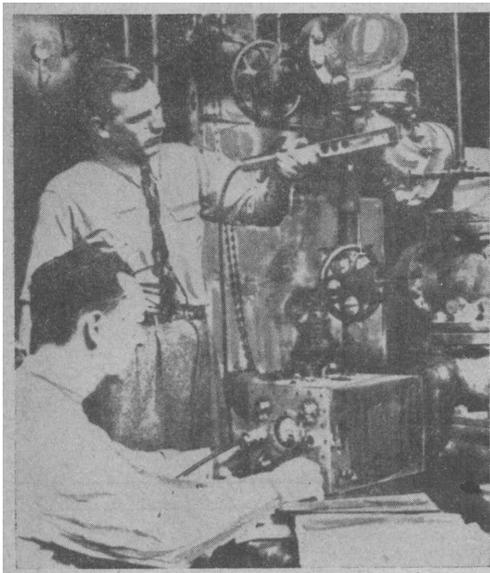
第11図 反面反射厚み計の原理



第12図 測定ヘッド (Penetron)



第13図 切線型ヘッドを用いてパイプのエルボーを測定しているところ (Penetron)



11ポンド

精度 3%以内
 電源 100 - 125 50 ~ 60 75W
 価格 計器一式 4,500ドル
 (8¹/₂"切線型ヘッド、及びケーブル100フィート付)

部 品

標準型ヘッド 625ドル
 12³/₄"切線型ヘッド (ケーブル無し) 450ドル
 ケーブル100フィート (コネクター付) 75ドル

尚、当計器は極東貿易会社で取扱ってくれる。
 (3) Isotope product Limited,
 Oakville, Ontario, Canada.

"Cammagage,"

TAPPI Monograph No. 12にも紹介されていたが、現在当計器の生産を中止している。理由は携帯に便ならしめようと思えば放射線源の鉛函を軽くしなければならず、そのため人体への危険が懸念されたからと云うことである。現在は当計器を改良して、工程中に於ける鉱石泥の固形分とかパルプ濃度とかを連続的に測定するためのオートメーション計器に役立っている。

(4) Instruments, Inc.
 Tulsa, Okla.

"Rad - 0 - Thik,"
 Penetronと同様に 線を利用して、パイプやチュー

大きさ 計器本体 15³/₈" × 10" × 9"
 標準型ヘッド 長さ 15"
 切線型ヘッド 長さ 17¹/₂" , (12¹/₄"及び8¹/₂")
 重量 計器本体 25ポンド
 標準型ヘッド (100フィート、ケーブル付) 21¹/₂ポンド
 切線型ヘッド (100フィート、ケーブル付)

ブの厚さを外部から測定する計器であるが、現在は生産を中止している。

- (5) 日立製作所
東京芝浦電気株式会社

両社とも 線厚み計のメーカーである。線については不明であるが、特殊仕様で製作してくれるかも知れない。

4. クラッディングの厚さ測定計器

多くの木釜は内面を耐蝕合金でクラッディング（貼り合せ）してある。その厚さは前述の超音波式及び放射線式厚さ計でも測定（後者の場合は基板とクラッディングの合成厚さ）しうるが、クラッディング合金が非磁性金属の場合には次に述べる電磁式厚さ計でクラッディングの厚さのみを測定できる。

4.1. 電磁式厚さ計

この厚み計は測定器磁極端から磁性基板の表面迄の距離を測定するものである。鉄又は鋼基板に非磁性物質をコーティングしてあるとき、非磁性物質の表面に磁極端を置くと、磁性基板との間に空隙が挿入されたことになるのでその厚みを測定できることになる。

電磁式厚さ計には、原理的に(1)交流電磁コイルのインダクタンスの変化によるもの、(2)永久磁石の磁界の変化によるもの、(3)電磁石或は永久磁石の吸引力を利用するもの、の三種類がある。概して小型軽量で携帯に便利であり、操作も簡単である。

計器メーカー

- (1) 三和電気科学研究所
"Kett電磁微厚計"

本器は、交流電磁コイル（ピックアップ）を鉄に接近させると、その距離に従ってインダクタンスが変化する事を応用して、鉄基板からの距離、即ち間にはさまった物の厚さを微小電流計に指示させるようになっている。コイル鉄芯が鉄基板に接着した時の電流計指度を零基準として、測定物の厚さによる電流変化分のみを比較的指示するように作られている。使用に当たっては、零調整及び標準片（本器に附属）調整を行った後、ピックアップを測定物表面に当てれば直ちに厚みが示される。

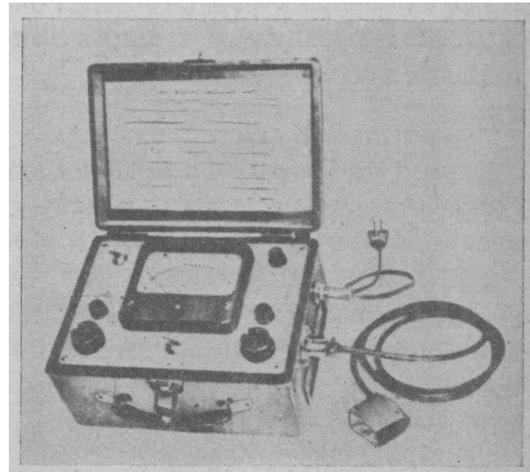
- 測定範囲 0~8mm
- 精度 ±5%以内
- 重量 3.4kg
- 寸法 13×25×18cm

尚、厚さに応じて各種型式のものがあるが、主要な

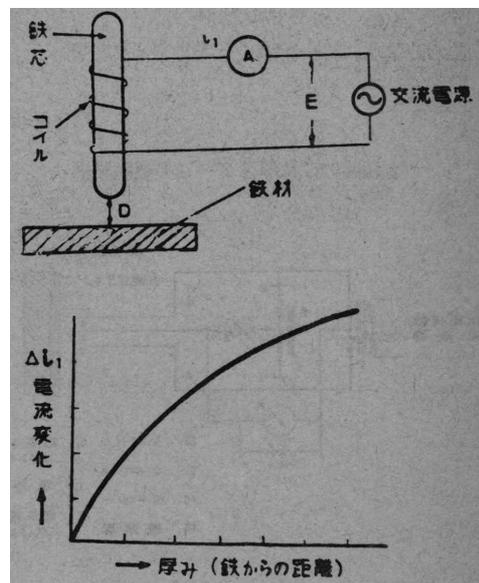
ものを挙げると

型式	測定範囲	価格
L-1	0~0.5mm	36,000円
L-2	0~5mm	42,000円
LS	0~8mm	仕様による

第14図 ケット電磁微厚計



第15図 ケット電磁微厚計の原理図



(2) General Electric Company .
Schenectady , N . Y .

“ G . E . Thickness Gage , Type B ”

この計器は第16図の如き回路からなり、ケージヘッドの電氣的インピーダンスが空隙の長さ、即ち非磁性物質の厚さの函数として変動することを利用している。パネルの指示メーターは二段に目盛りセレクトスイッチにより0.000~0.015”及び0.010~0.300”に切換えて使用しうる。

115ボルトの交流源に接続して、約15分ウォームアップした後、標準片について調整してから測定する。測定範囲はメーターの目盛り検定に用いた標準片の厚さの±50%で、精度は±5~10%である。

“ Type PM Thickness Gage ”

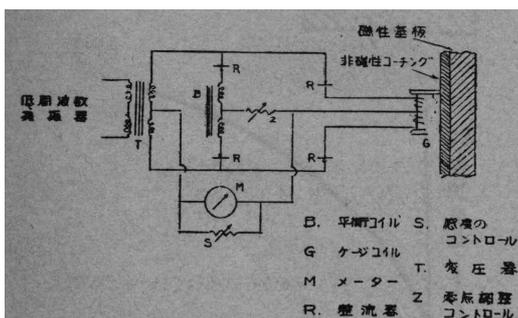
永久磁石 (alnico magnet) の磁界が磁性基板との距離によって変化するのを、ガウスメーターによって測定するものである (第17図)。

使用法は、先づ基準板について調整した後、ゲージの足を被測定面上に置き、そのダイヤルを回して零点を目印の点に合はせると厚さが直読できる。小型で電源を必要としない。

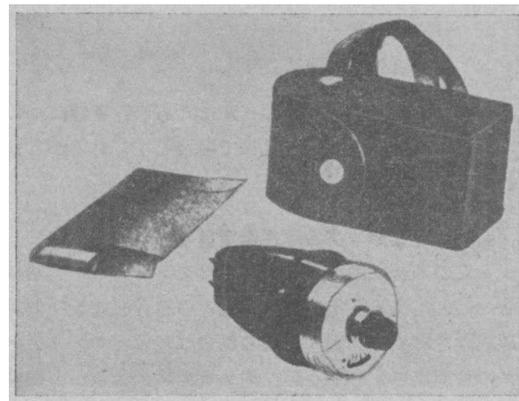
測定範囲 0~60mils
 精度 調整厚みの±50%以内について
 ±5~10%
 寸法 高さ 5¹/₄”
 最大直径2¹/₄”
 重量 11オンス
 価格 165ドル

この計器は、第一物産会社で取扱っている。

第16図 G.E.厚さゲージB型回路図



第17図 G.E.PM厚みゲージ



(3) Krouse Testing Machine , Inc .
573 East Eleventh Avenue ,
Columbus 3 , Ohio .

“ Magnifying Micrometer ”

この計器は小型の永久磁石を使用し、クラッド表面からその磁石を引き離すに要する力を測定するものである。

第18図に示す如きポケットに入る小型のもので、その先端をクラッド表面に垂直に当て、マイクロメーターと同様に外筒を廻すと、内部のスプリングに張力が加はり或点を越すと先端の磁石が離れる。同様の操作を標準ゲージ板について行い、先に得られたマイクロメーターの読みに対する真の厚さを、標準ゲージ板の厚さから読みとる。

被測定物の磁性強度に応じて次の三つの型がある。

型式	部品		用途
	磁石	スプリング	
A	弱	強	強 磁性体
B	中	弱	中庸 〃
C	強	弱	弱 〃

而して、被測定物の種類及び厚さによって次の各種番号のものを用意してある。

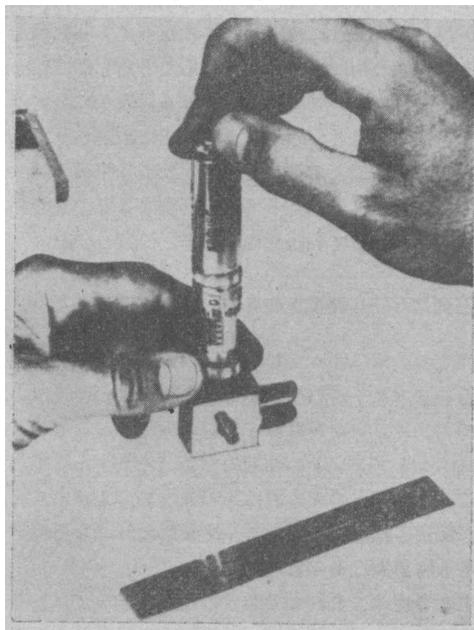
Krouse Testing Machine , Inc . の日本に於ける代理店は Andrews and George Co . ,

東京都芝区 5
 尚、極東貿易会社でも取扱ってくれる。

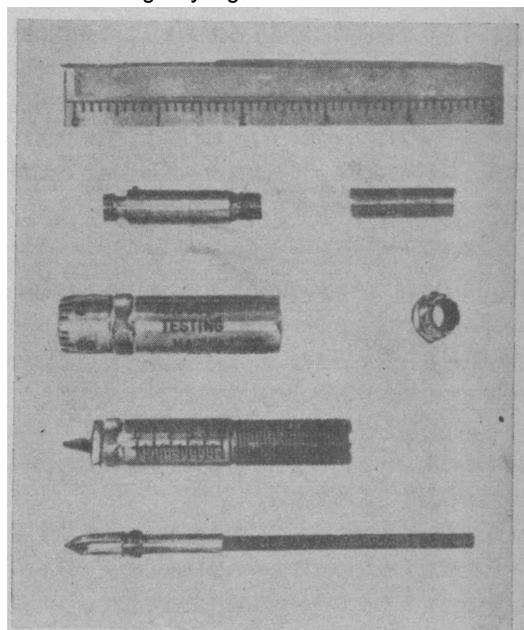
被測定物	製品番号	厚さ測定範囲	型式
磁性基板に非磁性体をコーティングしてある場合	49M-00	0 — 0.001"	A
	-0	0 — 0.002"	A
	-1	0 — 0.005"	A
	-2	0.005" — 0.010"	A
	-3	0.010" — 0.020"	A
	-4	0.020" — 0.040"	A
	-5	0.040" — 0.060"	B
	-6	0.060" — 0.080"	B
鋼基板上的ニッケル	49M-70	0 — 0.001"	A
	-7	0 — 0.005"	A
	-7A	0 — 0.010"	A
非磁性基板上的ニッケル	49M-08	0 — 0.001"	B
	-8	0 — 0.005"	B
	-8A	0 — 0.010"	B

この計器の測定精度は10%以内である。

第18図 Magnifying Micrometer



第19図 Magnifying Micrometerの部品



5. ライニングの厚さ測定計器

木釜の内側の合金ライニングは、ライニングと基板の間に空気間隙があるのが普通なので、この間隙がライニングの厚さに比して非常に小さい場合以外は、磁気計器を使えない。

超音波は空気間隙で反射されるので、超音波式厚み計ならライニングの厚さのみを測定できる。

6. 道内のパルプ工場に於ける実施状況

各主要パルプ会社宛に腐蝕調査実施状況及び所有計器の種類を問合わせたと、何れの工場に於ても、ごく最近測定を始めたばかりで、未だ組織的な資料は得られてないようである。

測定計器は超音波式が主として用いられ、その他X線による内部探傷、穿孔（又はコック等の孔を利用）

による測定が行われている。線式は未だ使用されていない。而して何れの工場も、超音波式厚み計による測定を推奨している。取扱操作が簡単で、測定精度も高く、利用範囲が広いこと、及び価格も手頃ということから、この方面には超音波式厚み計が普及するのではないかと思われる。

当指導所に於ても、繊維板中間試験工場の木釜及び其他装置の腐蝕が問題となり、国策パルプ株式会社から超音波式厚み計（川崎製鉄製）を借用して木釜の壁厚測定を行った。そのデータに関しては、稿を改めて報告する予定である。

尚、以上の資料蒐集に当り、御指導下さった赤間試験部長、丹羽試験課長、小野寺技師、新納技師の各位に深謝する。

- 試験部・試験課 -