U.D.C. 669.148.68: 669.15.24.26: 621.791.015

ステンレスクラッド鋼の熔接変形

Shrinkage Distortions in Welding of Stainless Clad Steel

渡	辺	寛*	蒲	原	秀	明*
	Hiroshi Watanabe		H	ideaki H	Kamohara	a

内 梗 容 概

熔接変形の発生は塑性変形が本質的原因となっているものであるため, 熔接条件と熔接による収縮, 変形の 発生量の関係について熱弾塑性論的考察を行い、従来軟鋼について行われた弾性論に立脚した解析結果との比 較を試みた。その結果式中の常数値を実験によって求めるという従来の方法を踏襲すれば、実用的には従来の 略算式で十分であり、かつ熔接部がひずみ硬化物質であっても従来の表示法が適用できることを示した。さら にステンレスクラッド鋼のビード熔接, 突合せ熔接の際に発生する収縮, 変形量の実測を行って, 実用的には 従来の軟鋼熔接の際の略算式を採用しうることを示した。

1. 緒

熔接により種々の形式の収縮,変形が生ずることは熔接構造物の 作製の際常に問題となる事柄であり、古くより多くの考察が実施さ れているが(1)~(3),ただ実験結果のら列のみにとどまり、その発生機 構に対する解析的考察が不足するために見るべき成果があがってい なかった。最近この問題にかなり系統的に、かつ解析的に検討が行

言



われ、熔接条件を考慮して収縮、変形量の推定式が導かれ、実験結 果にかなりよい一致が見られることが報告されている(4)~(8)。その うち実用上もっとも有効と考えられるものの一つは、熔接部近傍に 熔接熱によって生ずる固有ひずみの発生領域を熔接条件(熔接速度, 電流,板厚など)の関数として表示し,収縮,変形量を固有ひずみ 論に従って弾性論的に導き,常数を実験的に見出して熔接条件との 関係を求めようとするものであり(6),著者らも種々の熔接条件に対 して類似の考察を行っている(9)。しかるに熔接変形の発生は塑性変 形が本質的役割を演ずるものであるため、その解析において塑性論 的取扱を行うことが本質的には妥当である。また従来の結果は軟鋼 熔接の場合であり, ステンレスクラッド鋼の熔接の場合には考慮さ れていない。

ゆえにここではさきに示したステンレスクラッド鋼(オーステナ イトステンレスクラッド鋼) 熔接残留応力の弾塑性論的解析結果(10) を熔接変形の問題に応用し,従来の固有ひずみ論による弾性論的解 析結果との比較を行って,従来の解析結果の妥当性について考察を 試みた。またステンレスクラッド鋼熔接の際に発生する収縮,変形 量に対し実験的考察を加えた。

2. 熔接変形解析の基本仮定の妥当性に関する考察

2.1 従来の弾性論的考察

熔接による収縮,変形の発生に対する解析は,平板の直進ビード による収縮,変形の解析を基本としている。いま第1図のような平 板にx軸方向(紙面に直角方向)にビード熔接を行う際の固有ひず みの発生領域をある等温曲線の範囲内として、その幅および深さを 図のようにb, dとすれば、これらは温度分布の計算結果より

 $b/h \propto d/h \propto I/h \sqrt{vh}$ (1)

St, δ: 横収縮量, 横曲がり変形量

 $\xi = 10^{-3}I/h\sqrt{v}, \quad \zeta = 10^{-3}I/h\sqrt{vh}, \quad m \doteq 1.5$

 k_1, k_2, k_3 : 棒径, 棒種, 熔接法などにより異なる常数 の略算式を求めている⁽¹¹⁾。ここに k_1 , k_2 , k_3 は実験的に求めるもの である。

2.2 弾性論的解析結果と弾塑性論的解析結果の比較

本章の目的は弾性論的解析と弾塑性論的解析の比較にあるため, 固有ひずみの発生領域を上述のようにだ円状とせず、さらに簡単な 形であらわしても両者の比較には十分であろうと考える。したがっ ていま第2図のように固有ひずみが板の断面内でb'×d'の長方形領 域内に一様に発生するものとする(付録)。板は広く x 方向(紙面に 垂直方向)には変位を生じない平面ひずみ問題とし,

添字 1, 2: 固有ひずみ発生領域およびそのほかの領域 ɛt, ɛe, ɛo: 全ひずみ, 弾性ひずみ, 固有ひずみ

σ: 応力, E: 弾性係数, ν: ポアソン比

 ψ , ϕ : 板の z = 0 におけるひずみおよび曲率

*ε*₀: 1 軸引張降伏ひずみ

とすれば

$$\varepsilon_{x_{1}}^{t} = \varepsilon_{x_{1}}^{e} + \varepsilon^{o} = 0, \qquad \varepsilon_{y_{1}}^{t} = \varepsilon_{y_{1}}^{e} + \varepsilon^{o}$$

$$\varepsilon_{x_{2}}^{t} = \varepsilon_{x_{2}}^{e} = 0, \qquad \varepsilon_{y_{2}}^{t} = \varepsilon_{y_{2}}^{e}$$

$$\varepsilon_{x_{1}}^{e} = (\sigma_{x_{1}} - \nu \sigma_{y_{1}})/E, \qquad \varepsilon_{y_{1}}^{e} = (\sigma_{y_{1}} - \nu \sigma_{x_{1}})/E$$

$$\varepsilon_{x_{1}}^{e} = (\sigma_{x_{1}} - \nu \sigma_{y_{1}})/E, \qquad \varepsilon_{y_{1}}^{e} = (\sigma_{y_{1}} - \nu \sigma_{x_{1}})/E$$

$$\ldots \ldots (4)$$

 $\varepsilon_{x_2}^{\circ} = (\sigma_{x_2}^{\circ} - \nu \sigma_{y_2})/E, \quad \varepsilon_{y_2}^{\circ} = (\sigma_{y_2}^{\circ} - \nu \sigma_{x_2})/E)$ h: 板厚 I: 熔接電流 v: 熔接速度 として与えられる(11)。固有ひずみの発生領域の形を $b\theta = b \sqrt{1 - (z/d)}$ be: 深さzにおける固有ひずみ発生領域の幅 とし,かつ固有ひずみがこの領域内で一様に発生するとして弾性論 が成立する。また 的に横収縮, 横曲がり変形量を導き, * 日立製作所笠戸工場





としてよいので,上式をとけば

をうる。

構収縮量 *s*_l,および横曲がり変形量δはその定義(後 述) より

 $s_t = -b'(\phi + \phi h/2) \\ \delta = \phi b'/2$ (8)

で与えられる。ここにstの式に負号を示したのはst は収 縮するものを正とするからである。したがって(7)式よ 6

つぎに弾塑性論的考察を行う。固有ひずみ発生領域に 対して第2図のような模型を考えているため, 既報(10) と同様の問題となる。したがって同報より ϕ , ϕ を計算







すれば、横収縮量、角変形量は(8)式より求めることが できる。この結果を図示すれば第4図(a), (b)のよう になる。図中実線は固有ひずみ発生領域が完全塑性物質 の場合,点線はひずみ硬化物質 $(H_1/E=5\times 10^{-2}, H_1: ひ$ ずみ硬化率)の場合である。したがって実線は軟鋼の熔 接の場合に相当し, 点線はクラッド鋼のステレンレス鋼 熔接の場合に類似する。しかし後者の場合, 固有ひずみ 発生領域は全部ステンレス鋼熔接部ではなく, 軟鋼部も 存在するので, ステンレスクラッド鋼の場合は実線と点 線の間の値を示すものと考えてよい。しかし両曲線の傾 向の差はさほど大きくなく,ひずみ硬化物質でも完全塑 性物質の場合と同様な傾向を示すものと考えてよい。

また第3図の弾性論による結果と比較するに両者類似 の傾向を示している。従来の弾性論に立脚した方式にお いて関数中の常数値は実験的に求めるのであるから、こ のことは関数の形を弾性論的に求めても実用的には十分 であることを示している。

3. 軟鋼上にステンレス鋼ビード熔接を 行う場合の収縮、変形

ステンレスクラッド鋼の熔接において, その軟鋼部の 熔接は従来の軟鋼に関するものとほとんど同一で, ある 厚さの軟鋼熔接終了後ステンレス鋼の熔接を実施する点 が異なっていると考えてよい。したがって本章ではまず 収縮,変形の基本となる軟鋼平板上に直進ビードを熔接 した際に生ずる収縮,変形量について検討を行い,軟鋼 のビード熔接の場合との比較を行う。



3.1 実験の方法	
第5図のような種々の板厚のSS41軟鋼平板に対し	
て,長手方向中央に直進ビードをおいた際の横収縮量 St,	
横曲がり変形量δを考察の対象とした。ここに横収縮量	
とは熔接線に直角方向の収縮量で、従来の定義になら	
い ⁽⁵⁾ 熔接線をはさみ、熔接線に直角方向の2標点間の表	
面, 裏面の距離の変化量の平均値で表示した。すなわち	

2080 昭和36年11月

日

立 評

論

第6図において点線,実線をそれぞれ熔接前,熔接後の 板の断面の状態とし

*l*₀, *l*_u: 熔接前の表面, 裏面の標点間の距離

*l*_o', *l*_u': 熔接後の表面, 裏面の標点間の距離 とすれば*s*_tは

 $s_t = \{ (l_o - l_o') + (l_u - l_u') \} / 2$

となる。測定に際しては第5図黒丸で示すように板面上の多くの相対する標点間の距離の変化量の平均値で表示し、標点間距離は60mmとした⁽⁵⁾。横曲がり変形量は 第6図に示す面外の角変形量δとした。

横収縮量の測定のためには第7図のような測定器を作 製した。これは標点として第8図のような孔をポンチに て作成し,熔接の前後に測定器の測針①を標点中に図の ように入れ,測定器の固定脚②に取付けたダイヤルゲー ジ(1/100 mm 目盛)③の読みの差を求めて横収縮量を求 めるのである。もちろん可動脚④はピボット⑤のまわり に微小回転するのでダイヤルゲージの読みはてこ比の補 正を要する。コンパレータとの比較の結果横収縮量の測 定誤差は約±0.015 mm内にあることを確かめ,熔接収 縮量の測定には十分実用に供しうることを確かめた。横 曲がり変形量は熔接の前後において熔接線に直角な直線 上の各点のたわみを基準平面よりの距離の差として測定

熔 接 法	熔 接 棒	棒 径 (mm)	熔接電流 (A)	熔 接 速 度 (cm/s)
	D 309	2.6	40~60	0.23~0.24
	D 305	3.2	$70 \sim 90$	0.25~0.26
手 熔 接	D 310	4.0	$110 \sim 130$	0.15~0.46
	D 4201	3.2	80	0.28
	D4301	4.0	$120 \sim 150$	0.29~0.44
	心 線 304L 形, 316L 形	2.4	250	0.83
白勐泼河	フラックス Grade 80	4.0	$400 \sim 600$	0.50~1.17
協 協 協	Arcos B-2, S-4	4.8	$500 \sim 700$	0.83
14 15	心 線 Ox. No. 43	4.0	400~600	$0.50 \sim 1.17$
	フラックス Grade 80	5.0	$500 \sim 700$	0.83
TIG 熔接 (逆 極)	心 線 304L 形 タングステン径 2.38 ø アルゴン流量 0.31 m ³ /hr	2.4	$150{\sim}200$	0.15~0.26
MIG 熔 接 (逆 極)	心線 アルゴン流量 1.13 m ³ /h (効要)	2.4	350~450	0.68



して決定した。

実験は軟鋼板 (SS 41) 上にステンレス鋼の直進ビード 熔接を行ったものを主体としたが,比較のため軟鋼板上 に軟鋼の熔接を実施したもの,ステンレス鋼板 (SUS 27) 上にステンレス鋼の熔接を行ったものについても実施し た。熔接は手熔接,自動潜弧熔接,TIG 熔接,MIG 熔 接を採用し,第1表に示すように棒種,棒径,熔接電流, 熔接速度をかえて実施した。

3.2 実験結果とその考察

3.2.1 手 熔 接

第9図(a)は軟鋼板上にステンレス鋼の手熔接を実 施した場合,(b)は軟鋼板上に軟鋼,ステンレス鋼板 上にステンレス鋼の熔接を行った場合の横収縮量と前 章に示したパラメータ $\xi=10^{-3}I/h_{V}$ の関係を示すも のである。いずれも I/h/v に対し一定の関係があ り,棒種,棒径の影響は顕著ではなかった。図中実線 は(2)式の関係を示すものであるが(常数値k1の値は 図示), 実測値の傾向を非常によくあらわしており, また軟鋼板上にステンレス鋼の熔接を実施する場合と 軟鋼板上に軟鋼の熔接を実施する場合の横収縮量はほ とんど同一である。これは熔接のための固有ひずみの 発生領域は従来の研究によればビード近傍の母材領域 も含まれ、その領域に比べるとステンレス鋼熔接部の 断面積は小さいので,母材の収縮する性質が支配的で あるためであろう。したがってステンレス鋼板上にス テンレス鋼の熔接を実施する場合に対しては、ステン レス鋼の線膨脹係数が軟鋼に比し大きいので,前2者

に比べ大きな収縮量を示している。(b)の実線は軟鋼 板上に軟鋼熔接を実施する際の文献値⁽¹¹⁾ であるが, 本実験結果とほぼ一致する。ここでは文献値はその総 合報告において板の形状をあらわすものとして F_g な る関数を2次元弾性理論より導いて,収縮変形量をそ の F_g で割った値と示してあるが⁽⁶⁾,この値は板の大き さがかなり変化してもあまり大きく変化しないので,

ここでは文献において測定されたそのままの値⁽¹¹⁾ として表示した。

第10図(a), (b)は第9図(a), (b)と同様の条 件でパラメータζ=10⁻³ I/h_{V} vh と横曲がり変形量と の関係を示すもので, 横収縮量の場合と同様軟鋼板上 にステンレス鋼熔接を実施する場合も軟鋼熔接を実施 する場合もパラメータの値が同一であればほとんど同 一の横曲がり変形量を示している。母材がステンレス 鋼の場合には前述と同一の理由により横曲がり変形量 が大きい。また棒種, 棒径の影響は横曲がり変形にお いても顕著ではなかった。(b)における点線は軟鋼材 上の軟鋼熔接による文献値(11)を示すものであり、本 実験結果はかなりよく一致しているが、くが大きい範 囲では測定値のばらつきが大きい。しかしかかるく値 は板厚の非常に薄い場合に相当し,いま対象としてい る比較的厚い板に対してはくがかかる値になることは 少ないので、 横曲がり変形量の算式として十分実用性 がある。

3.2.2 自動潜弧熔接

第11,12図(a),(b)は自動潜弧ビード熔接にお ける上述と同様の結果を示すもので, 傾向は手熔接の 場合と同様である。自動潜弧熔接を行う場合はすでに 報告したように手熔接の場合よりとけこみ断面積が大 きく(12), 固有ひずみ発生領域に対してビードの占め る断面積も無視できる大きさではないが、熔接による 成分の希釈が大きく,マルテンサイト析出領域となる。 このため線膨脹係数は軟鋼とほぼ同一の値となり、軟 鋼板にステンレス鋼の熔接を実施した際の特殊性はあ らわれず、軟鋼と同一の値を示したものと思われる。 したがって希釈をうけてもなおオーステナイト領域で あるような熔接棒を使用すれば軟鋼上にステンレス鋼 の自動潜弧ビード熔接を実施した場合,本実験結果よ りも大きな横収縮量, 横曲がり変形量を示すものと考 えられるが, ステンレス鋼の自動潜弧熔接を軟鋼材の 1層目に使用することは不利なるゆえ,ここではかか る熔接については考察しなかった。



これに反しステンレス鋼上にステンレス鋼の熔接を 実施した場合は手熔接の場合と同様大きな値を示して いる。また棒径,フラックスの種類などの影響はほと んどみられなかった。

3.2.3 TIG, MIG 熔接

第13,14図は軟鋼板およびステンレス鋼板上にステンレス鋼 棒を用いてTIG熔接,MIG熔接を行った際の横収縮量,横曲が り変形量の測定結果を示すものである。測定点は少ないが,いず れも前述の結果に傾向的に類似し,ここに示したパラメータによ る表示が可能であり,実験式を図中に示した。

4. ステンレスクラッド鋼の突合せ熔接による 収縮,変形



第13図 ビード熔接による横収縮量,横曲がり変形量(TIG 熔接)



第14図 ビード熔接による横収縮量, 横曲がり変形量(MIG 熔接)



ステンレスクラッド鋼は突合せ熔接が最も広く用いられるので、 本章では実際の突合せ熔接に準じ、板の一部に開先を有するステン レスクラッド鋼母板上にステンレス鋼を熔接する場合、ならびに実 際軟鋼部の軟鋼突合せ熔接を行い、開先残部にステンレス鋼熔接を 実施する場合について考察する。 4.1 実験の方法 軟鋼熔接を終了した時の突合せ継手部の開先形状は一般に第15





る場合の値に類似する⁽¹³⁾。したがって第15図(b)の突合せ熔接過 程において既熔接部上に次層の熔接を実施した際の横収縮量、横曲 がり変形量と前述のパラメータとの関係を図示すると第16図(a), (b)のようになる。ビード熔接の場合のパラメータと横収縮量,横 曲がり変形量の関係を点線で示したが、突合せ熔接の場合において も非常に類似している。図は

- (1) 軟鋼上に軟鋼熔接を行う場合
- (2)軟鋼上にステンレス鋼熔接を行う場合
- (3) 軟鋼上にステンレス鋼が熔接されている上をさらにステン

レス鋼の熔接を行う場合

の結果を示しているが、本実験においてこれらの間には大きな差異 はない。(3)の場合において既熔接部にステンレス鋼の熔接が行わ れているので,収縮,変形量は前述の理由によりやや大きくなるは ずであるが、一般のステンレスクラッド鋼では軟鋼部が先に熔接さ れているため、 ステンレス鋼の熔接が施される際には既熔接部の板 厚が厚く,生ずる収縮,変形量はかなり小さく誤差範囲となる。また 各層熔接の収縮,変形量がビード熔接の場合と類似することは,突 合せ熔接による収縮,変形量は熔接層数の増加に伴う板厚の変化を 考慮したビード熔接のつみかさねと考えてよいことを示している。

第17図は第15図(a)の開先を有するステンレスクラッド鋼にお いてステンレス鋼の多層熔接を実施した際の各層における横収縮量 と溶着量(単位熔接長あたり溶着重量) wの対数の関係を示すもの で,実験範囲において log w と横収縮量はほぼ直線関係があり,従 来軟鋼の突合せ熔接において得られた結論⁽⁸⁾⁽¹¹⁾と一致する。 第18図は第15図(b)のようにステンレスクラッド鋼において実 際軟鋼部の熔接を実施したのちステンレス鋼の熔接を行った際の単 位長さ当りの溶着量と横収縮量の関係を示すものである。やはり logwとStの間にはほぼ直線関係が成立し、また軟鋼熔接よりステ ンレス鋼熔接に変化してもこの直線関係には大きな変化が見られ ず、また軟鋼の突合せ熔接の場合の値と類似した。

第18図 ステンレスクラッド鋼の突合せ熔接における 溶着量と横収縮量の関係(手熔接)

以上の諸事実はステンレスクラッド鋼における横収縮量, 横曲 がり変形量は軟鋼突合せ熔接の場合とほとんど同一の値を示し、軟 鋼突合せ熔接の際の横収縮量,横曲がり変形量の略算式(11)をそ のまま適用して実用的にはさしつかえないことを示すものと考え られる。

5. 結 言

軟鋼の熔接変形に関する従来の解析の基本仮定の妥当性について 簡単な弾塑性論的考察を行ったのち、ステンレスクラッド鋼の熔接 による収縮,変形量について実験的考察を加えつぎの結果を得た。 (1) 熔接変形の解析において従来より実施されている固有ひず み論による弾性論的解析結果とひずみ硬化を考慮した既報(10)の 弾塑性論的解析結果との比較を行い,収縮,変形量を支配する関 数形には大きな差異がなく,また取扱う材料がひずみ硬化物質で あっても,常数を実験によって求めるならば従来の弾性論的考察 結果で収縮、変形の特性を明らかにしうることを示した。ゆえに ステンレスクラッド鋼の熔接による収縮変形に対する考察は従来 の軟鋼熔接の場合と同一の方法によることができる。

(2) 軟鋼平板上にステンレス鋼のビード熔接を行う際に発生す る収縮,変形量は従来の軟鋼熔接の場合とほとんど同一で,ステ ンレス鋼上にステンレス鋼熔接を実施する際は上の値よりやや大 きいが,いずれも従来軟鋼熔接に対して与えられたと同一の関数 で熔接条件と関係づけられる。 (3) 以上のことはステンレスクラッド鋼の熔接において軟鋼上 の1層目のステンレス鋼熔接による収縮,変形量は従来求められ

接に対してはステンレス鋼母板上の熔接の場合に類似するので,

た軟鋼熔接における結果に類似し,2層目以後のステンレス鋼熔

ステンレスクラッド鋼の熔接変形

収縮,変形量はやや大き目となることが予想される。しかし一般 のステンレスクラッド鋼ではステンレス鋼熔接は軟鋼の熔接が完 全に終了した後実施するので,板厚が厚く,収縮,変形量は小さ く,実用的には従来の軟鋼熔接と全く同様の推定式を用いて収縮, 変形量を求めてよいものと考えられ、この事実は突合せ熔接にお ける実験によっても確かめられた。

本研究の実施にあたり,ご指導をいただいた大阪大学渡辺教授, 佐藤助教授, 熔接作業に関し便宣を与えていただいた日立製作所笠 戸工場岡田利彦氏,ならびに実験にご協力を得た同工場山県正行君 に深甚の謝意を表する次第である。

献 考 文

- (1) W. Spraragen, G. E. Claussen: Weld. Jl., 16, 29 (1937)
- (2) W. Spraragen, M. A. Cordovi: Weld. Jl., 23, 545 s (1944)
- (3) W. Spraragen, W. G. Ettinger: Weld. Jl., 29, 323 s (1950)
- (4) 仲威雄: 熔接の収縮とき裂(昭27)
- (5) 木原博, 増淵興一: 熔接変形と残留応力(昭30)
- (6) 渡辺, 佐藤: 熔接学会誌 26, 213 (昭32)
- (7) N.O. Okerblom: The Calculations of Deformations of Welded Metal Structures (1958)
- (8) 增淵: 運輸技術研究所報告 8,247 (昭34)
- 渡辺, 蒲原: 社内報告(昭34,35) (9)
- 渡辺,渡辺: 第4回材料試験連合講演会前刷 I,17 (昭35) (10)(機械学会論文集に全論文寄稿予定)
- (11) 渡辺,佐藤: 熔接学会誌 25,211 (昭31)

の形であらわすことができる。上式は横収縮量Stに対しては固有ひ ずみ発生領域をだ円状としたときの(2)式と全く同一の式となるこ とを示している。

横曲がり変形量δに対しては形が異なるため, (2)式との比較を 行ってみる。(2)式のD 4301, 40 熔接棒に対する横曲がり変形量 の略算式

 $\delta = 4.30 \zeta^{2.5} e^{-10.00\zeta}$

を図示してみると第19図実線のようになる。いま上の略算式に δ の 最大値が(10)式の最大値となるように常数 $k_{2'}$, $k_{3'}$ の値を求める とるは

 $\delta = 0.530 \zeta^2 (1 - 2.67 \zeta)$

となり、これを図示すると第19図点線のようになる。

δが最大値となり、やや減少するまでは両曲線は非常によく一致 しているが,その値以後に対してはかなりの差が見られる。しかしこ のようなく値は固有ひずみ発生領域に対して板厚が薄い場合であっ てさほど多く遭遇する問題ではない。したがってもしさほど薄い板 を対象としないのであれば,ここで仮定したように熔接による固有 ひずみ発生領域を長方形と考えても実用的には大きな差異はない。



12) 渡辺,渡辺: 熔接学会誌 30,172 (昭36) 13) 渡辺,佐藤: 熔接学会誌 25,455 (昭31)					
付録					
固有ひずみ発生領域を長方形状とする際の妥当性に関する考察					
いま(9) まの d' b' が 熔接冬件に 対 $1(1)$ まの d b の 関係 で あ					
わされるとすれば 固有ひずみ領域を第2図のように長方形状と					
たとき	0.1 0.2 0.3 0.4 0.3 0.0 0.1				
$s_t/h = k_1' \zeta^2 \qquad)$	$\zeta = 10^{-3} = \frac{1}{1-3} (A \sec 0.5/cm^2)$				
$\delta = k_{2}' \zeta^{2} (1 - k_{3}' \zeta) \{ \dots \dots$	hivh hivh				
$k_{1'}, k_{2'}, k_{3'}$: 実験常数	第19図 (2)式と(10)式の比較例				
~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~					
H 亚 評 論 No. 12	日立浩船技報				
次 号 予 告					
◎タイ国ブミポール発電所納P.S.115,000HPフランシス水車	Vol. 22				
◎東北電力株式会社新大倉発電所納 P.S.5,500 kW 斜流およ	{ 目 次				
び 6,200 kVA 発電機					
◎東北電力株式会社茂庭発電所納 P.S.1,570 kW 筒形水車お 〉					
	◇ ◎超大形油 丞船の 傾 独 度 に 関 う る 研 先				
◎富士製鉄株式会社室闌出張所納高炉用軸流送風機設備	{(第1報,実船実験の結果について)				
◎富士製鉄株式会社室闌出張所納 9,000KW 烝気タービン	{◎超厚板クラッド鋼の熔接に関する研究				
	⑥大形タンカーの船体抵抗に及ぼす浅水影響について				
◎水銀敷渣器式売渣電気機関車の粘着性能改善のための電圧					
制御装置					
◎国 産 接 着 剤 使 用 銅 張 り 積 層 板 {	② (D) 油送船のサクションベルマウスの性能の実験的比較研究				
◎スタータダイナモの仕様決定と装荷の配分について {	◇ ◎燃料油中のいおうによるシリンダライナの腐食について				
◎EP1-S 簡易形赤外分光度計の特性					
◎移動用 VHF/FM 無線機のトランジスタ化	〈 の故 雷 加 丁 改 良 の 基 礎 的 研 究 (Ⅱ)				
◎車 条・道 路 両 用 け ん 引 車 }					
◎TV 垂 直 偏 向 出 力 管 の 動 作 解 析 {	~ 一加 上 作 用 の 検 討, そ の 1 —				
◎耐振 レールポンドの諸特性	< ◎ステンレス鋼におけるクロム炭化物の電子顕微鏡的研究				
◎鋼の靱性におよほす球状セメンタイト粒度の影響	◎貨 客 船 "SHAMS"号 に つ い て				

--- 87 ----

◎新 う	形	Ի	ラ	ン	ス	フ	7	マ	シ	ン
◎技術者	行ノー	ト	テ	レビ	ブ・	ラウ	ン介	奎の	取 扱	5
	$\sim\sim\sim$	~~~~	$\sim\sim\sim$	$\sim\sim\sim$	$\sim\sim\sim$	$\sim$	$\sim$	~~~~	·	
発	行	所		日	<u> </u>	. 1	評	論	社	
			東京 振	(都千角 替 口	弋田区 座	丸の東京	内1 ⁻ 〔7〕	丁目 4 1 8 2	番地 4番	
取	次	店		株主	式会社	オ	- 1	、社	書 店	
			東京 振	(都千伯 替 口	代田区 座	神田	錦町3 〔2(	3丁目1 0 0 1	l番地 8番	
m	vin	$\sim$	$\sim$	$\sim\sim\sim$	$\sim$	$\sim$	~~~	~~~	$\sim$	$\sim$

## 日立造船株式会社技術研究所

### 大阪市此花区桜島北之町