

# 熱間走間せん断機について

## Flying Shears for Bars, Slabs and Billets

安田 哲太郎\*  
Tetsutarô Yasuda

### 内 容 梗 概

各種熱間圧延設備に重要な役割を果たしている熱間走間せん断機について、日立製作所がここ数年間納入した最新圧延設備から代表的なものを取り上げ、その諸問題点および現地測定の結果を紹介する。

### 1. 緒 言

熱間走間せん断機は各種のホットストリップミル、条鋼圧延設備およびビレットミルに設置され、高速自動化に伴う品質、歩どまりの向上および多品種にわたる広範なミルスケジュールからも、これに合致したものが要求され、これに対応する走間せん断機も種々なものが開発されつつある。

ここには、直流電動機制御によるスタートストップのものに限定し線材、形鋼およびホットストリップに用いられる熱間走間せん断機について、その得失、問題点につき順を追って説明する。

### 2. 各種せん断機形式と仕様

#### 2.1 せん断機構

熱間走間せん断機はそのせん断機構により、ロータリ、クランクおよびロッカー形式に分類される。

このうちロータリ形は、圧延材の大きさがあまり大きくないものの先後端のクロップカットおよびコブルカットに用いられ、せん断材が大きくなるとせん断面の形状よりクランクまたはロッカー形が用いられる。

第1図(a)(b)に各種せん断機構とその刃先の軌跡を示す。

#### 2.2 各種形式の得失

フライングシヤーに直流電動機制御を適用すれば加減速時のクラッチのすべりおよびブレーキの摩耗などによる停止位置のバラツキが少なく、構造が簡単でトラブルも少ない、ロータリ、クランク、ロッカー形フライングシヤーのそれぞれの得失を第1表に示す。

#### 2.3 刃物の配置

##### 2.3.1 上下刃物の配列および重なり

(1) ロータリ形の上下刃の重なりは、第2図(a)からわかるように、クリアランスとの関係でノーラップではピンチングアクションを伴い、過大なラップを与えると、上下刃が相互に干渉を起こすので、0.3~0.4 mm のラップ量が好ましい。せん断材が厚い

ものでは上刃を下刃より先行させるが、極薄のものではギヤバッククラッシュのため材料をはさみこむ可能性があるため、刃物の配列は下刃を上刃より先行させ、下刃にて材料をささえた状態にてせん断を行ない、せん断時に上刃せん断トルクによりギヤバッククラッシュの遊びがないようにし、駆動は下刃物軸駆動とする。  
(2) クランクおよびロッカー形シヤーは、せん断過程にて上下刃がせん断材に直角になるよう設計されるもので、上下刃の重なり量は8 mm 以上とする。

刃物の配列は、上刃を下刃より先行させ、後続圧延材をささえながら次のテーブルまでの空間を通りこえさせる役目を果たさせる。ただし、せん断過程中にギヤバッククラッシュの分だけ上下刃のクリアランスが変化する。

##### 2.3.2 パスラインと刃先位置との関係

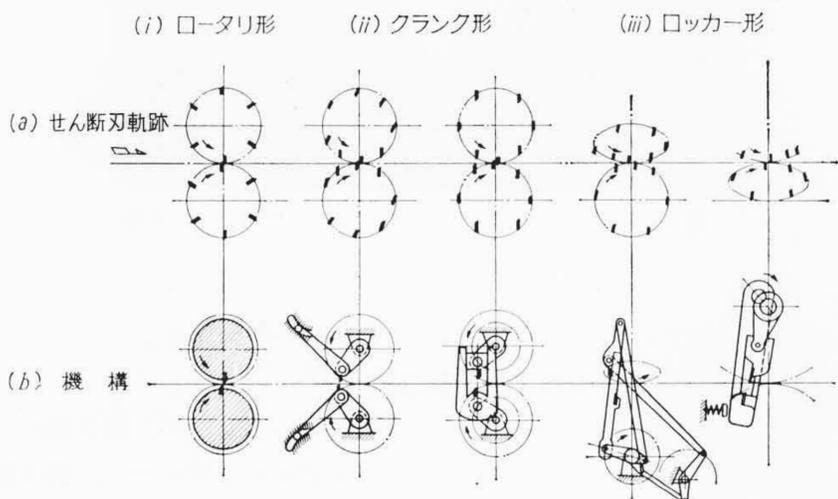
厚物せん断時は、パスラインと刃先関係位置が適切にセットされないと、せん断過程に材料を曲げるおそれがある。最大せん断材の厚み中心より上に上下刃先の中心の軌跡がくるようにせん断機を据え付ける必要がある。第3図(a)(b)参照。

#### 2.4 せん断サイクル

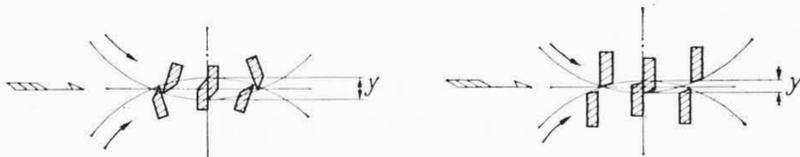
フライングシヤーの設置される目的によりせん断サイクルも変わるが一般にせん断ピッチの長いものは、スタートストップ方式を採用し、サイクルはレバーシングとする。せん断ピッチの短いものまたはそれを含むものは、スタート、ストップおよび連続回転方式と

第1表 各種フライングシヤーの得失

フライングシヤー形式	ロータリ式	クランク式	ロッカー式	
1	せん断材高さ	最大 35mm	最大 100mm	最大 100mm
2	せん断幅(最大)	1,500mm 程度	500mm 程度	500mm 程度
3	圧延(材)速度	3.5m/s	3.5~4m/s	3.0m/s
4	せん断抵抗値	大	小	小
5	刃物形状	フラット、幅広のもの曲がり刃使用	フラットまたは孔形刃	フラットまたは孔形刃
6	せん断面の形状	よくない	良	好
7	構造上よりみた保守の難易	回転体であるため運動上の慣性の問題少ない	ロッカー式に比べ慣性力が少なくパス設計上の制約も少ない	シヤーフレーム自体揺動運動するため慣性力が大きくこれを吸収する機構を設ける必要あり、高速運転に適しない、パス設計にも制約がある
8	用途別	線材、形鋼ミルにて先後端クロップカットおよびコブルカット、広幅スラブの先後端カット	形鋼ブランク、ビレット材の先端クロップカットおよび定尺カット	クランク式に同じ

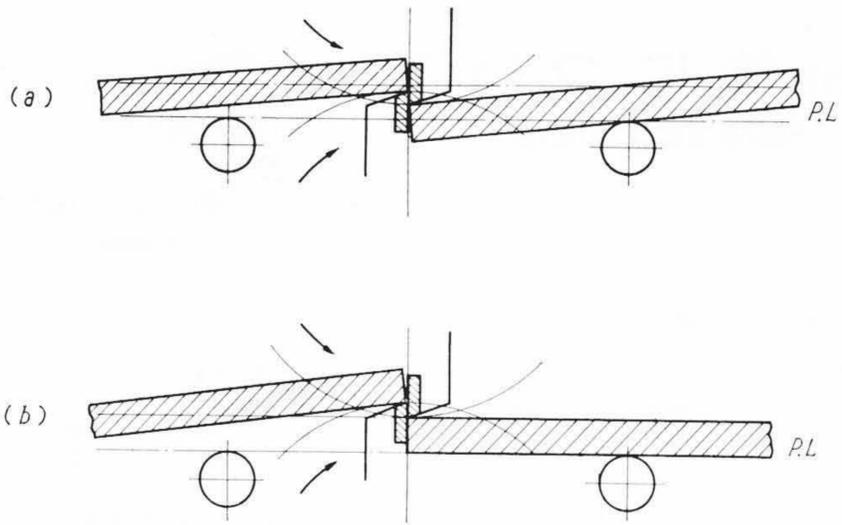


第1図 各種せん断機構

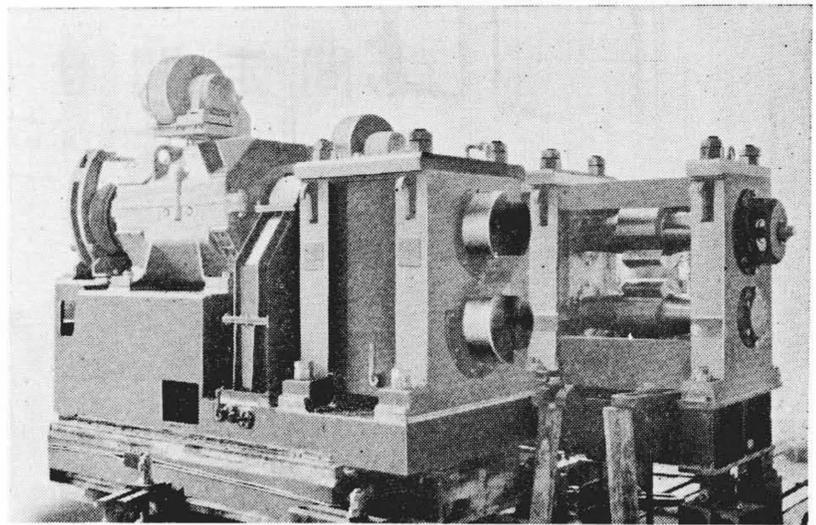


第2図 上下刃先軌跡と重なり

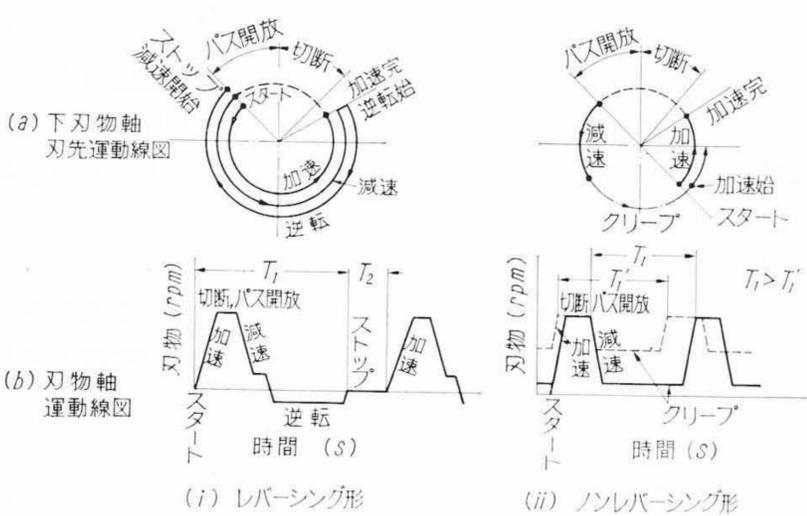
\* 日立製作所日立工場



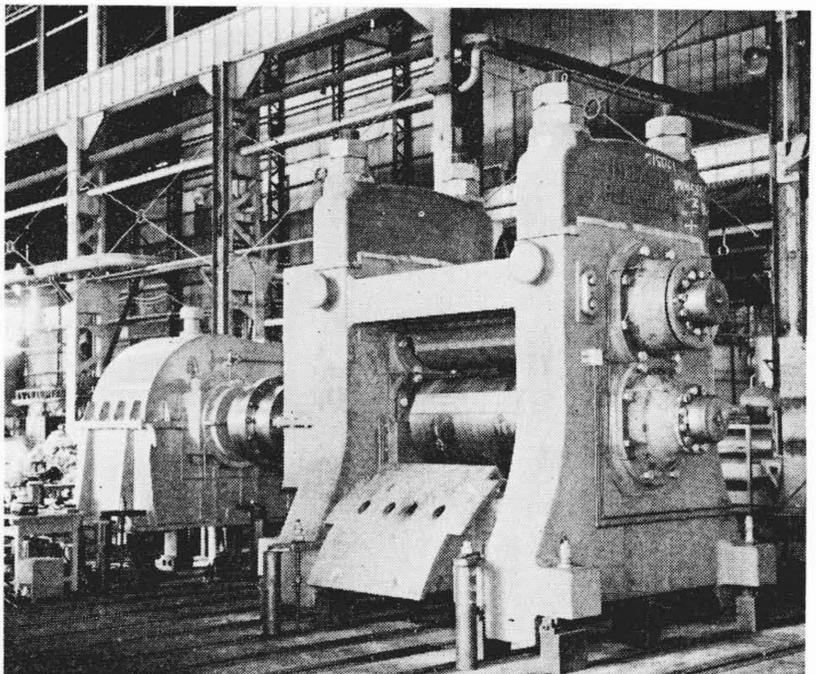
第3図 パスラインと刃先との関係図



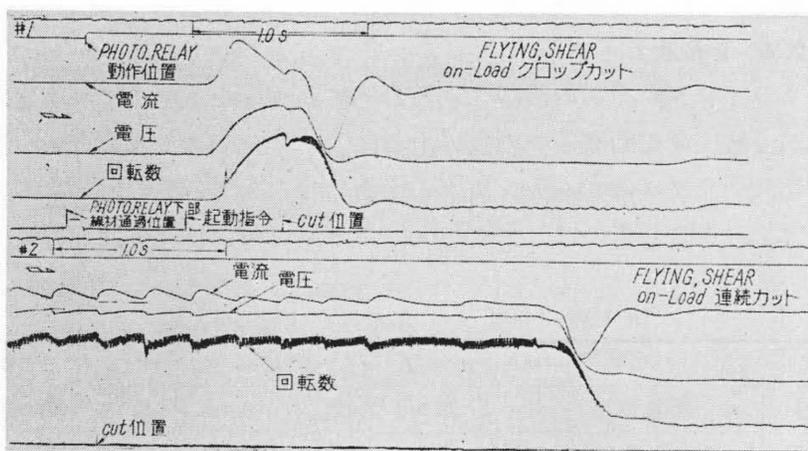
第6図 線材用ドラム形フライングクロープシヤ-



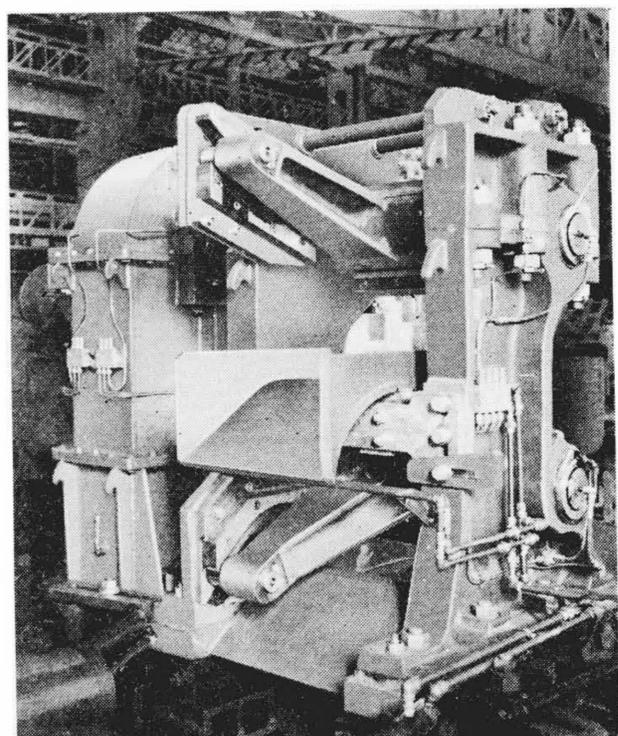
第4図 刃物軸回転角度と速度線図



第7図 ホットストリップミル用ドラム形フライングクロープシヤ-



第5図 クロープカットおよびコブルカットのオシログラム



第8図 形鋼およびピレットミル用クランク形フライングシヤ-

第2表 レバーシヤおよびノンレバーシヤの比較

サイクル	レバーシヤ	ノンレバーシヤ
制御方式	スタート・ストップ	スタート・ストップ, 連続回転組合せ
設置場所	線材, 形鋼, ホットストリップミル	形鋼, ピレットミル
使用目的	先後端クロープカット, コブルカットおよびせん断長の長い定尺カット	先後端クロープカットおよびせん断長が広範囲に変るものでせん断長の短いものを含む定尺カット
特長	加減速角度を大きくとりうるので電動機容量が小さくてすみ安価である	加減速角度がレバーシヤ式に比べ半分以下となるので電動機容量が大きくなるので高価となる

し、サイクルはノンレバーシヤとする。レバーシヤおよびノンレバーシヤサイクルの比較を第2表および第4図に示す。

ノンレバーシヤ式は、せん断ピッチ間のクリーブ速度を変えることにより長さを任意に変えることができる。

第5図にフライングクロープシヤ(レバーシヤ形)のクロープ

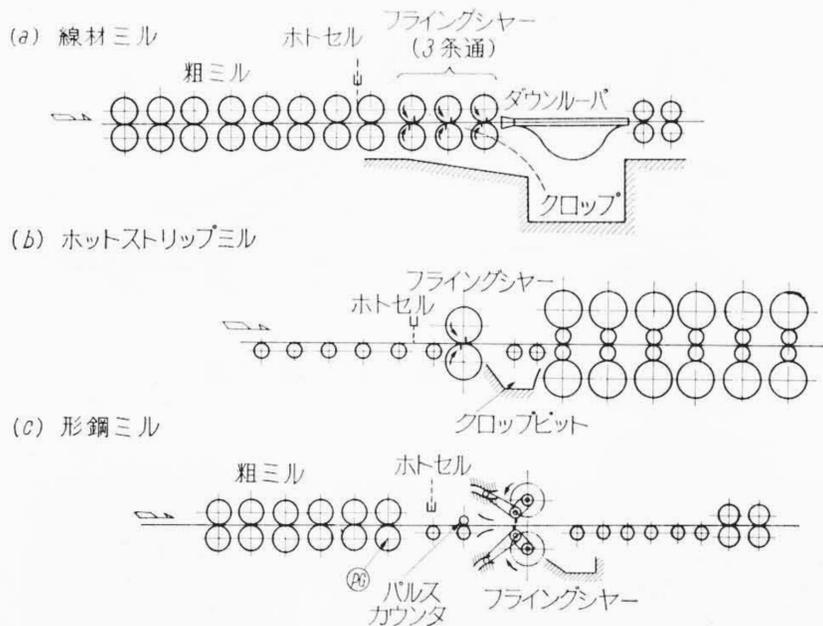
カットおよびコブルカット時のオシロの一例を示す。

### 2.5 各せん断機の代表的な仕様例

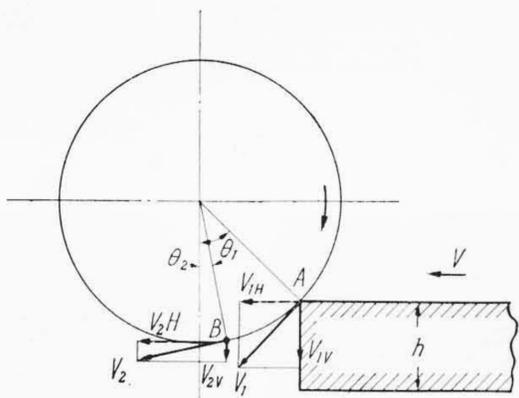
第6図に線材用ドラム形フライングクロープシヤ、第7図にホットストリップミル用ドラム形フライングクロープシヤ、第8図に形鋼およびピレットミル用クランク形フライングシヤを示す。第3表に代表的な仕様を、第9図に配置例を示す。

第3表 フライングシヤー仕様例

	線材用	ホットストリップ用	形鋼およびピレット ミル用
形式	ドラム形	ドラム形	クランク形
制御方式	スタート・ストップ	スタート・ストップ	スタート・ストップ
最大せん断材	32mm角 高炭素鋼	25mmt×1,300mmB 18-8ステンレス	55mm角 普通鋼および低合金鋼
せん断温度	900℃以上	900℃以上	900℃以上
圧延材速度	1.31~3.05m/s	0, 2.5m/s	2.25~2.5 m/s
備考	先端クロップカットおよびコブルカット	先後端クロップカットおよび停止カット	先後端クロップカットおよび定尺カット(パルスカウンタによる)



第9図 フライングシヤー配置



第10図 材料送り速度と刃先速度

### 3. せん断機の問題点

#### 3.1 同調カットと非同調カット

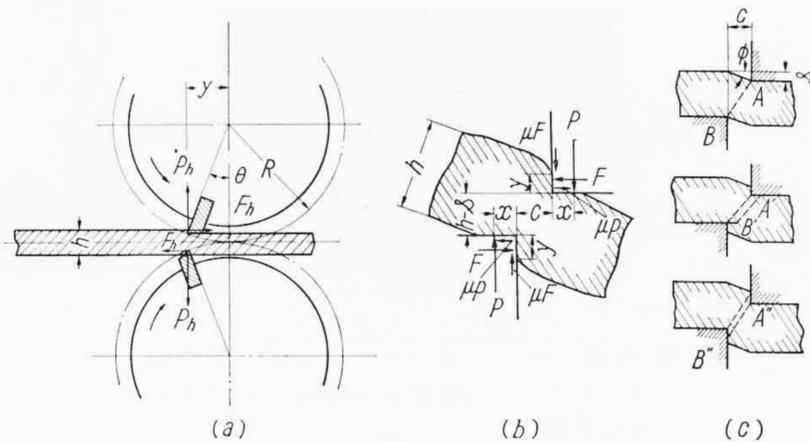
圧延材送り速度とせん断速度の送り速度方向分力が一致しないと圧延材にフッキングまたはバックリングを起し、次の圧延機へのかみ込みを困難にする。

またシヤー前後にテーブルを設置したものでは、材料送り速度と刃先速度分力が一致しないとせん断材料を短時間にシヤー刃先速度まで加速するエネルギーを必要とするので、せん断時のスピード・ドロップが大きくなるとともに、シヤー自体に無理な力がかかる。

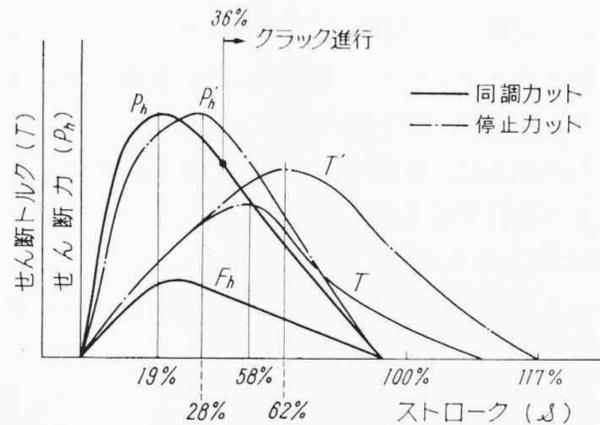
スピードドロップの量が大きいと発電機よりモータへ過電流が流れるのでスピードドロップの最大を15%前後に押さえねばならない。

また、シヤー刃先速度の設定に当たっては、ミルロールのオーバーサイズまたは研削代を考慮しなければならない。圧延材の送り速度に対する刃先周速のアップ量は(a)(b)式より算定した値のいずれか大きい方をとる。

$$\text{せん断前: } V_1 \geq \frac{V}{\cos \theta_1} = V \sec \theta_1 \dots \dots \dots (a)$$



第11図 せん断時刃先に作用する力



第12図 せん断力、せん断トルクストローク曲線

$\theta_1$ : せん断開始時の角度

$$\text{せん断後: } V_2 \geq \frac{V}{0.85 \cos \theta_2} = 1.18V \sec \theta_2 \dots \dots \dots (b)$$

$\theta_2$ : せん断の大半が完了した時の角度(0.2hにて算定)

ただしせん断過程中のスピード・ドロップを15%と仮定した。

#### 3.1.1 せん断力およびせん断トルク

せん断力およびせん断時かかる側圧は第11図(b)より(1)~(3)式であらわされる。

$$P_h: \text{せん断力} = P + \mu F$$

$$F_h: \text{側圧力} = F - \mu P$$

$$s: \text{シヤーストローク} \approx 2y$$

$$c: \text{クリアランス}$$

$$h: \text{せん断材厚}$$

$$P_h = \frac{(1 + \mu^2)(h - s) + 2y + 2\mu x}{(h - s) + 2y - \mu c} \cdot P \dots \dots \dots (1)$$

$$F_h = \frac{(1 + \mu^2)c - 2\mu y + 2x}{(h - s) + 2y - \mu c} \cdot P \dots \dots \dots (2)$$

$$\lambda = \frac{F_h}{P_h} = \frac{(1 + \mu^2)c + 2x - 2\mu y}{(1 + \mu^2)(h - s) + 2y + 2\mu x} \dots \dots \dots (3)$$

せん断を理論的に解析すると第11図(c)のように両刃先の間隔ABがだんだんに小さくなると材料の単純せん断変形から薄層せん断変形に移行し、材料に刃先が食い込んでいく。上記のせん断過程sに対して $P_h, F_h$ を表示すると第12図のようになる。また(3)式よりクリアランスが大きくなるとλが大きくなるのでクリアランスはできるだけ小さくおさえることが望ましい。クリアランスが小さい範囲内では、λの値は20~30%程度と推定される。

今、 $P_h$ : 同調せん断時のせん断力

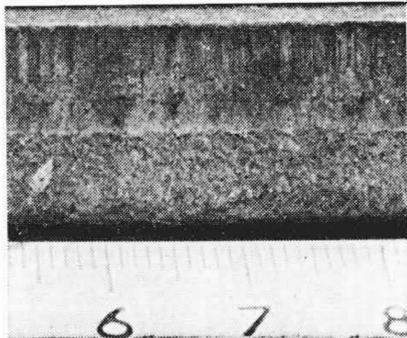
$T$ : 同調せん断時のせん断トルク

$P_h'$ : 非同調せん断時のせん断力

$T'$ : 非同調せん断時のせん断トルク

としてせん断トルクを下刃物軸に換算すると第11図(a)より

$$\text{同調カット: } T = P_h y + F_h R \cos \theta + P_h y - F_h R \cos \theta = 2P_h y \dots \dots \dots (4)$$



第13図 20mm厚ステンレス鋼，刃物間クリアランス0.8mm同調に近い状態のせん断面

非同調カット： $T' = 2P_h y' +$ せん断材加速または引き  
 ぎりトルク  $= T(1 + \alpha)$  ..... (5)

$\alpha$ ：同調，非同調および温度によりきまるトルク係数  
 ドラム形フライングシヤーで同調に近い状態でカットを行なった場合のせん断面の一例を第13図に示す。

せん断力の最大は，板厚の19%前後，せん断クラックは板厚の36%前後より進行するものとみられる。

3.1.2 せん断エネルギー

せん断エネルギー  $E$  は，せん断に費やされるエネルギー  $E_V$  とせん断過程にて材料の変形または加減速に費やされるエネルギー  $E_H$  の和として考えると

$$E = E_V + E_H = E_V(1 + \beta) \dots (6)$$

$$\left. \begin{aligned} E_V &= 0.60 P_h h \times 10^{-3} \text{ kgm} \\ E_H &= E_V \beta \text{ kgm} \end{aligned} \right\} \dots (7)$$

$h$ ：圧延材の高さ mm  
 $\beta$ ：同調，非同調および温度によりきまるエネルギー係数

したがってスピードドロップは(8)式より算定される。

$$N_2^2 = N_1^2 - \frac{7150 E}{GD^2} \dots (8)$$

$GD^2$ ：シヤー全体のモータ軸換算  $GD^2 \text{ kgm}^2$   
 $N_1$ ：せん断始めのモータ rpm  
 $N_2$ ：せん断直後のモータ rpm

したがって同調カットと非同調カットでは，せん断エネルギーに大幅な差違を生じ，スピード・ドロップ量も大きくなる。

3.2 せん断抵抗値

せん断抵抗値は，せん断温度，せん断加工速度，刃形，せん断刃の摩耗およびクリアランスによって影響される。

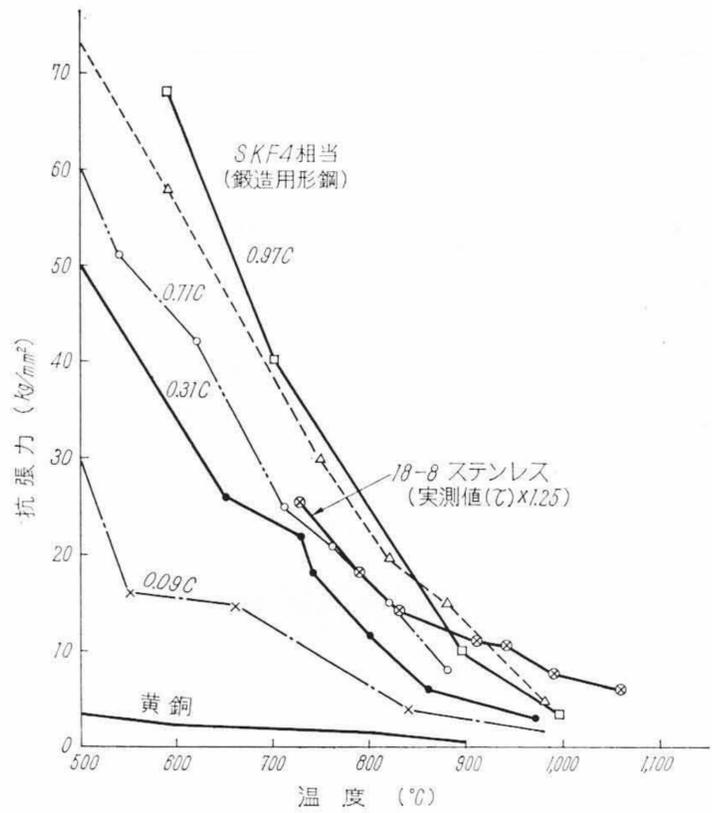
クリアランスは大きくなるにつれてせん断抵抗値は減少するが，材料の変形も大きくなるので一般に熱間状態では0.8~1.5mm前後にとる。せん断加工速度の影響は冷間状態では準静的値の20%以内であるが，高温状態では塑性体に近づくため準静的値にちかづくものと思われる。したがって熱間せん断抵抗値に大きく影響するのはせん断時の温度である。一般に準静的せん断抵抗値は高温抗張力の80%程度にとられる。第14図に高温における抗張力の一例を示す。

3.3 せん断面形状

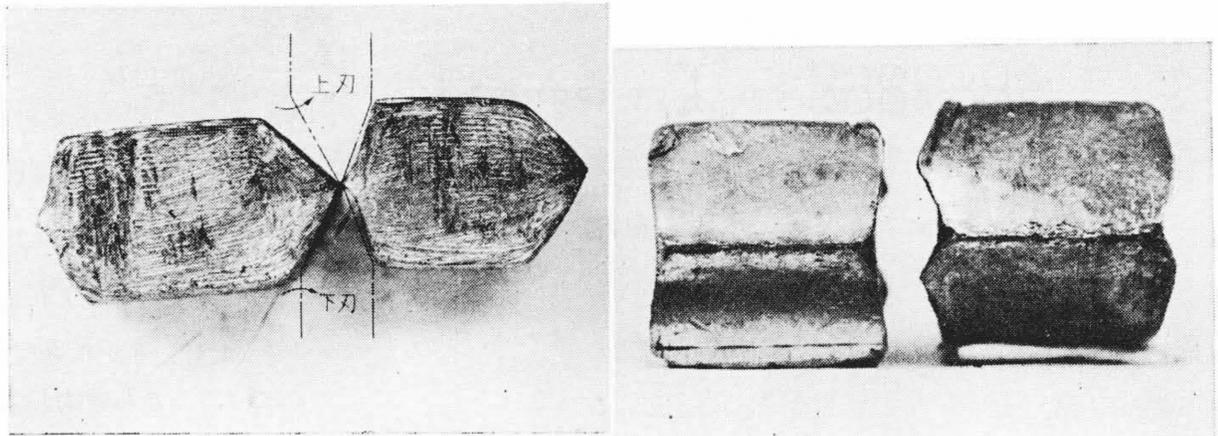
鉛を使ってドラム形による回転せん断とせん断材に直角なギロッチンせん断をおこなった切断面形状を第15図(a)，(b)に示す。これからもドラム形せん断では厚みが大きくなると切断面の変形が大きくなるので好ましくないことがわかる。

3.4 せん断刃

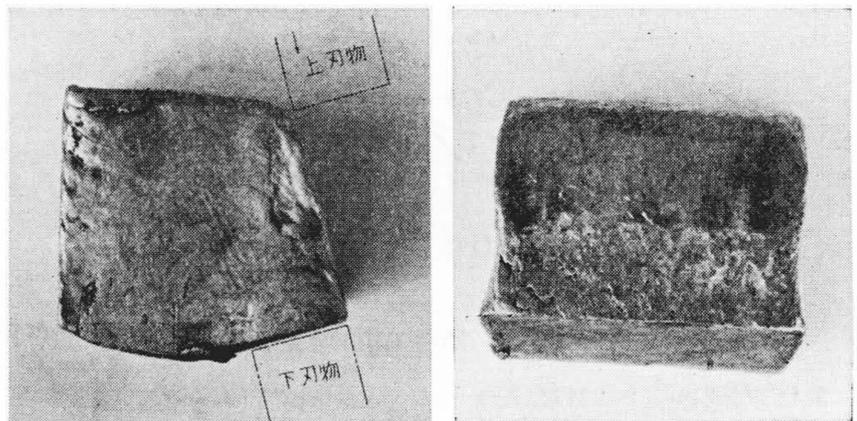
せん断刃には直線刃と孔形刃が使用される。ロータリ形には直線



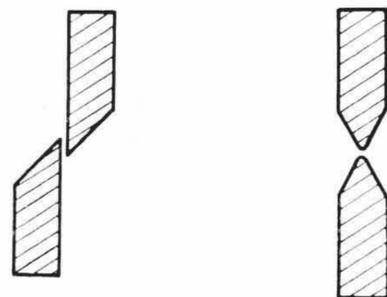
第14図 高温抗張力



第15図(a) 鉛の回転せん断面



第15図(b) 鉛の直角せん断面



(a) (b)

第16図 刃形

刃が用いられ，クランクおよびロッカー形ではせん断材の厚くないものは直線刃を，厚いブランクおよびピレット材では孔形刃を用いせん断時の変形を少なくする。ロータリ形に用いられる直線刃には

第16図(a)(b)があり、また広幅のスラブ材にはドラムに一度にかかる荷重を少なくするとともにせん断時の板の跳躍を防止し、次のミルへのかみ込みを容易にするため曲がり刃が用いられる。

刃形(a)は純せん断またはこれに近い状態で切断されるが、刃形(b)ではピンチングアクションにより刃先を材料に押し込み、部分的な塑性が材料の全厚みに達しウェッジ効果により材料に分離作用を起こさせ、“くびれ”現象にて切断される。刃形(b)は小径材のクランプ切断などに用いられている。刃形(a)(b)のせん断過程を第17図(a)(b)に示す。

3.5 フライニングシャーモータ容量および機械的強度

3.5.1 モータ容量の決定

フライニングシャーの電動機容量は、圧延材の最大断面積を最小圧延速度にマッチした状態で切る時の回転エネルギーを最高圧延速度にマッチした状態まで加速するに要する電気的エネルギーと加速時間からきまる。

$$t = \frac{2\theta}{\omega} \dots\dots\dots(9)$$

$\theta$ : 加速角 (ドラム軸)

$\omega$ : 最大角速度 (ドラム軸)

$$T_{mean} = \frac{GD^2 N}{375 t} \dots\dots\dots(10)$$

$T_{mean}$ : 平均加速トルク

$GD^2$ : シャー全体のモータ軸換算  $GD^2$  (最大断面積を切る時のスピード・ドロップより決定)

$N$ : モータの最大回転数 rpm

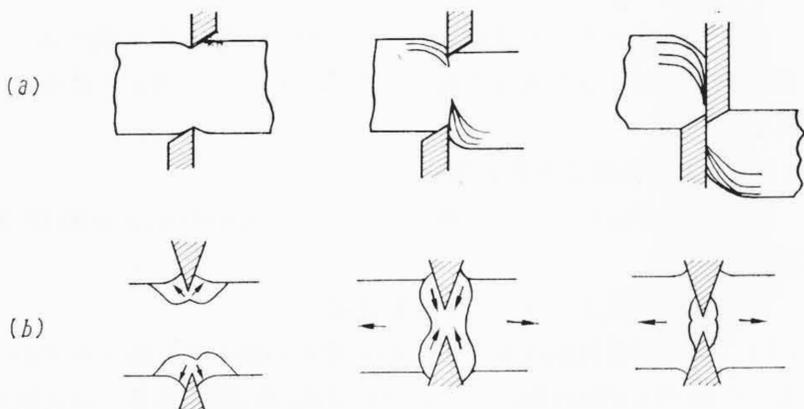
すなわち(10)式により決定される  $T_{mean}$  にフリクショントルクを加えたものがモータ定格トルクの165~185%以内でなければならない。

3.5.2 減速比の決定

与えられたシャーの駆動系の  $GD^2$  とモータ回転数より加速時間を最小ならしめる減速比  $i$  は下記により与えられる。

$$i = \sqrt{\frac{GD^2_s}{GD^2_M}} \dots\dots\dots(11)$$

$GD^2_s$ : シャーのドラム軸換算  $GD^2$  (モータ軸を除く)



第17図 せん断過程の比較

$GD^2_M$ : モータおよびモータ軸カップリングに連結された駆動軸の  $GD^2$

ただし、上記減速比  $i$  は一応のめやすであり、この前後の減速比を採用しても加速時間そのものに大きな影響はない。

3.5.3 機械的強度よりの  $GD^2$  の配分

せん断時ドラム軸に作用する機械的トルクは、それぞれの  $GD^2$  の比の大きさと伝達されるので、モータ軸に異常なトルクがかからないよう  $GD^2$  の配分について設計時十分考慮されねばならない。

4. 現地測定結果

熱間状態におけるせん断抵抗値の測定はせん断材が急速な温度変化を伴うので、きわめて困難である。このたび日新製鋼株式会社南陽工場納ドラム形フライニングシャーについて顧客の協力をえてせん断力およびせん断トルクについて測定する機会をえたのでここに紹介する。

4.1 機器の仕様および実験材料

機器の仕様は第3表(2)項記載のものにて、曲がり刃を使用し実験材としては顧客より貸与された18-8ステンレス鋼を用い圧延直後の材料について、停止カットおよび同調に近い状態で切断を行なった。圧延材寸法はつぎのとおり。

25 mm 厚×925 mm 幅, 20 mm 厚×925 mm 幅

4.2 測定項目および測定方法

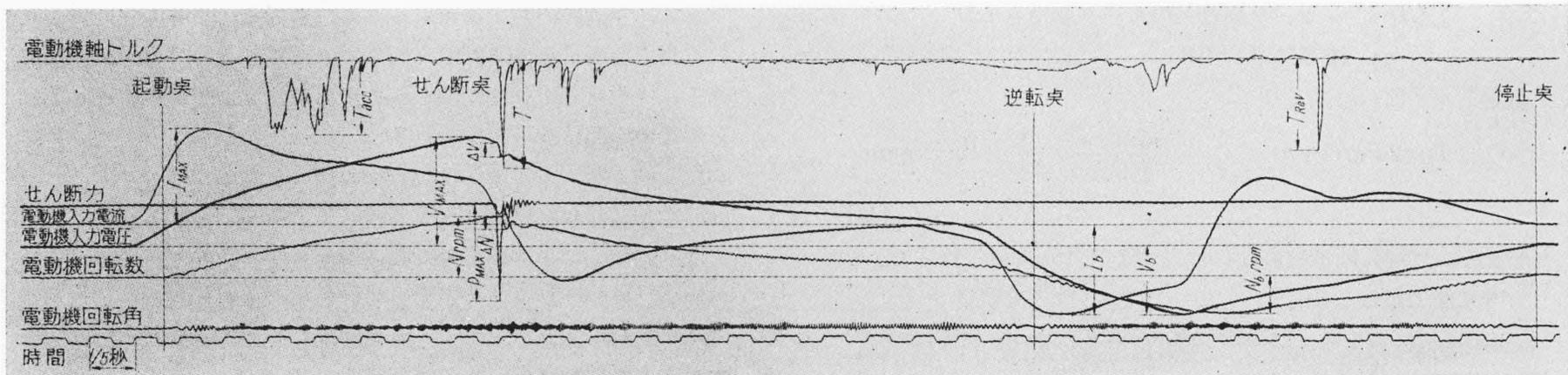
測定項目および測定箇所は第4表記載のとおりで、せん断力およびせん断トルクを求めるためひずみ計を用いてひずみを検出し、これを電磁オシロに記録した。

4.3 測定結果

測定中のオシログラムの一例を第18図に、また測定結果を第5表(a), (b)に示す。材料の送り速度に対し、シャー周速をかえ実験を行なった。実験は一応の目的を達し、興味ある結果がえられた。表中せん断力は操作側および駆動側荷重を合計したものである。

第4表 測定項目および箇所

測定項目	測定箇所	測定方法
1 せん断力	キャップ締付ボルト (4本)	ひずみ計を操作および駆動側ボルトにはり付けせん断時のひずみ検出
2 せん断トルク	減速機高速軸	ひずみ計をはり付け軸表面のひずみをFMストレインテレメータにて検出
3 モータ軸回転角	減速機高速軸	回転円板の円周30等分し電磁気にて回転位置検出
4 モータ回転数	パイロットジェネレータ (PG)	
5 モータ入力電圧	モータ電源	
6 モータ入力電流		
7 時間	電接時計	
8 せん断時温度	パイロットメータおよび接触温度計	せん断時読みとる



第18図 実験中のオシログラム

第5表 実 測 値

(a) 25 mmt×925 mmB ステンレス鋼 (曲がり刃せん断)

No.	せん断温度 θ (°C)	材料速度 v <sub>M</sub> (m/min)	せん断刃 周速 v <sub>S</sub> (m/min)	モータ入力 電圧 V <sub>max</sub>	モータ入力電流		せん断始モ ータ rpm (N)	スピード・ ドロップ ΔN/N×100 (%)	せん断力 P <sub>h</sub> max (kg)	加速トルク		せん断トルク		逆転トルク	
					I <sub>max</sub> (A)	I/I <sub>rat</sub> (%)				T <sub>acc</sub> (kgm)	T <sub>acc</sub> /T <sub>rat</sub> (%)	T (kgm)	T/T <sub>rat</sub> (%)	T <sub>rev</sub> (kgm)	T <sub>rev</sub> /T <sub>rat</sub> (%)
1	1,060	0	127	263	2,030	272	590	13.2	76.3	702	202	452	130	732	210
2	990	0	133	265	2,030	272	620	13.2	109.2	754	216	596	172	615	177
3	940	0	129	265	1,980	266	600	13.1	144.2	641	184	794	228	673	193
4	820	151	136	270	1,980	266	630	11.0	260.1	694	199	1,295	372	629	181

(b) 20 mmt×925 mmB ステンレス鋼 (曲がり刃せん断)

No.	せん断温度 θ (°C)	材料速度 v <sub>M</sub> (m/min)	せん断刃 周速 v <sub>S</sub> (m/min)	モータ入力 電圧 V <sub>max</sub>	モータ入力電流		せん断始モ ータ rpm (N)	スピード・ ドロップ ΔN/N×100 (%)	せん断力 P <sub>h</sub> max (kg)	加速トルク		せん断トルク		逆転トルク	
					I <sub>max</sub> (A)	I/I <sub>rat</sub> (%)				T <sub>acc</sub> (kgm)	T <sub>acc</sub> /T <sub>rat</sub> (%)	T (kgm)	T/T <sub>rat</sub> (%)	T <sub>rev</sub> (kgm)	T <sub>rev</sub> /T <sub>rat</sub> (%)
1	1,060	151	109	265	2,030	272	515	7.00	68.9	766	220	316	90.8	675	194
2	910	151	111	275	2,000	269	535	9.40	125.8	641	184	580	167	663	191
3	830	188	109	267	1,980	266	515	7.46	160.8	495	142	730	210	803	230
4	730	0	110	268	1,990	267	525	10.4	272.7	573	165	1,345	386	700	201

第6表 せん断抵抗値およびせん断エネルギー

(a) 25 mmt×925 mmB ステンレス鋼 (曲がり刃せん断)

No.	せん断温度 θ (°C)	せん断刃周速 v <sub>S</sub> (m/min)	材料速度 v <sub>M</sub> (m/min)	切断状態	せん断抵抗値 (kg/mm <sup>2</sup> )		トルク係数 α	せん断エネルギー E (kgm)	計算上の純せん 断エネルギー E <sub>v</sub> (kgm)	E/E <sub>v</sub>	エネルギー係数 β
					せん断力 (τ <sub>1</sub> )	せん断トルク (τ <sub>2</sub> )					
1	1,060	127	0	停止カット	3.89	5.45	0.40	5,570	1,145	4.87	3.87
2	990	133	0	停止カット	5.57	7.17	0.29	6,160	1,635	3.76	2.76
3	940	129	0	停止カット	7.35	9.55	0.30	5,720	2,160	2.65	1.65
4	790	136	151	-10%遅切り	13.3	15.7	0.18	5,400	3,900	1.39	0.39

(b) 20 mmt×925 mmB ステンレス鋼 (曲がり刃せん断)

No.	せん断温度 θ (°C)	せん断刃周速 v <sub>S</sub> (m/min)	材料速度 v <sub>M</sub> (m/min)	切断状態	せん断抵抗値 (kg/mm <sup>2</sup> )		トルク係数 α	せん断エネルギー E (kgm)	計算上の純せん 断エネルギー E <sub>v</sub> (kgm)	E/E <sub>v</sub>	エネルギー係数 β
					せん断力 (τ <sub>1</sub> )	せん断トルク (τ <sub>2</sub> )					
1	1,060	151	109	-27.8%遅切り	4.39	5.35	0.22	2,340	827	2.83	1.83
2	910	151	111	-26.5%遅切り	8.00	9.83	0.23	3,390	1,510	2.24	1.24
3	830	188	109	-42%遅切り	10.2	12.4	0.21	2,520	1,930	1.31	0.31
4	730	0	110	停止カット	17.4	23.0	0.32	3,550	3,270	1.09	0.09

4.4 結果に対する考察

4.4.1 せん断抵抗値

せん断抵抗値は第5表せん断力およびせん断トルクの両方から算定することができる。せん断トルクは減速機高速軸にて測定したため、刃先にかかる純せん断トルクのほかに引き切り、遅れ切りなどのトルクをも含んでいる。純せん断トルクを(4)式より高速軸に換算すると

$$T_1 = 2 P_h y \times \frac{1}{i} \times \frac{(GD^2)_M}{\sum GD^2} \times \frac{1}{\eta} \times 10^{-3} \text{ kgm} \dots\dots (12)$$

- P<sub>h</sub>: せん断力 kg
- y: トルクアーム mm, 材料に19% 食い込んだ状態の値
- i: 減速比 1/11.725
- (GD<sup>2</sup>)<sub>M</sub>: モータ, パイロットジェネレータ, ギヤカップリングの GD<sup>2</sup>
- ∑GD<sup>2</sup>: シヤー全駆動系のモータ軸換算 GD<sup>2</sup>
- η: 機械効率 ≈0.85

測定トルクは(5)式より

$$T_2 = 2 P_h y (1 + \alpha) \times \frac{1}{i} \times \frac{(GD^2)_M}{\sum GD^2} \times \frac{1}{\eta} \times 10^{-3} \text{ kgmm} \dots\dots (13)$$

したがってせん断抵抗値は(14)式および(15)式から計算できる。

せん断力から

$$\tau_1 = \frac{P_h}{A \times k} \dots\dots (14)$$

せん断トルクから((13)式にて y の値を一定とすると)

$$\tau_2 = \frac{P_h (1 + \alpha)}{A \times k} = \tau_1 (1 + \alpha) \dots\dots (15)$$

A: スラブ断面積 mm<sup>2</sup>

k: 曲がり刃せん断による係数 ≈0.85 と仮定

4.4.2 せん断エネルギー

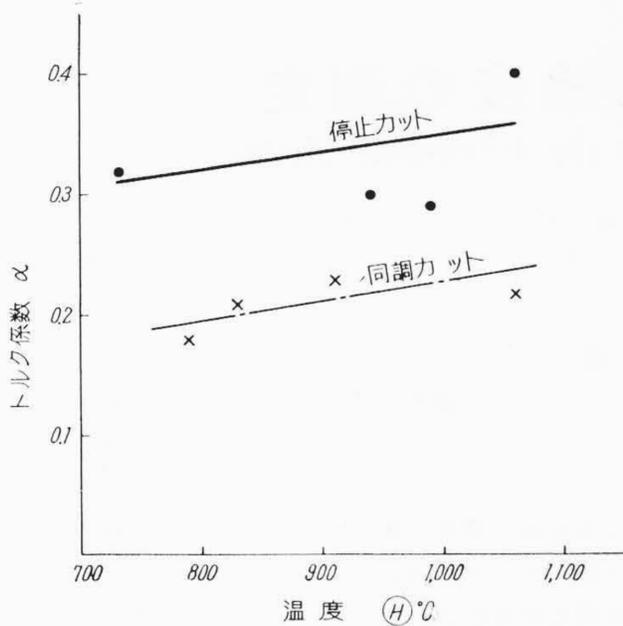
せん断エネルギー E は前述のように純せん断エネルギー E<sub>v</sub> と材料の変形および加減速に費やされるエネルギー E<sub>H</sub> との合計である。

4.4.3 測定結果に対する考察

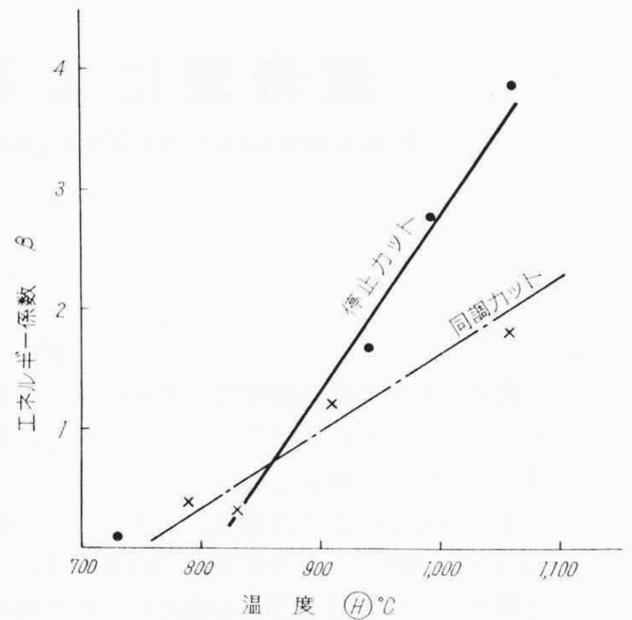
以上より算定した結果を第6表に、また表中の α, β を第19, 20図に示す。

これらの結果より次のことがいえる。

- (1) せん断抵抗値はせん断力から求めた値とせん断トルクから求めた値では切断状態により約20~35%の差がある。せん断力はキャップ締付ボルトにて測定した値であるため、せん断時の上ドラム、軸受箱、およびキャップの質量効果により実際の値より低く出ていること、またせん断トルクは圧延材の変形および加減速トルクを含んでいるため大きく出るのでせん断抵抗値は、これら両者の中間にあると思われる。
- (2) せん断エネルギーは計算上の値より大きくでてくる。これは温度と切断状態により大きく違ってくるが、とくに高温においてはせん断力は小さいがせん断は引きぎりの状態で行なわれるので圧延材の伸びが大きく影響しているものと思われる。したがってせん断時のスピード・ドロップを少なく押さえるためには圧延材の速度と同調に近い状態での切断が望ましい。
- (3) 第5表から加速時の電流と軸に伝わるトルク間には25%



第19図 トルク係数



第20図 エネルギー係数

程度の開きがある。これは入力側と出力側における効率による影響が大きいと思われる。

(4) 第5表からせん断時のスピード・ドロップに伴う電圧変動によるラッシュカレントの大きさは本実験の結果ではあまり問題とならなかった。

(5) 停止カットと同調カットではαに大きな開きがないのはせん断時材料が急激に加速される前に局所的な伸びを起こすものと考えられる。常用せん断温度にてα, βの大きさは第19, 20図から

同調カット	α=0.21~0.23	β=1.0~1.6
停止カット	α=0.34~0.35	β=1.3~2.7

高温における停止カットはスピード・ドロップが大きいことに注意せねばならない。

5. 結 言

以上熱間フライングシヤーについて全般的問題および回転刃によ

る熱間せん断の現象を実験により確認したが、せん断抵抗値については、回転刃せん断の刃物の形状[第16図(a)(b)]によるせん断抵抗値の相違、直角せん断との比較、また直角せん断における平刃と孔形刃とによるせん断抵抗値の相違など不明な点が多く、今後の調査研究にまたねばならない。なお実験にあたり種々ご協力くださった日新製鋼株式会社南陽工場の関係者および関係各位に深く感謝する。

参 考 文 献

- (1) R. Stewartson: J. of The Iron & Steel Inst. 232~255, (Nov.-1955)
- (2) W. Reid: Iron & Steel Eng. 81~84 (Feb.-1952)
- (3) J. H. Hitch-cock & E. S. Murrah: Iron & Steel Eng. 80~90 (Nov.-1953)
- (4) A. J. White & J. A. Read: Iron & Steel Eng. 166~173, (Sep.-1957)
- (5) 前田禎三: 機械の研究 (せん断理論)



特 許 の 紹 介



特許第293353号

久保田 峻

2 バンド用 フェライト アンテナ

二つの異なった周波数帯を受信する2バンド用フェライトアンテナにあっては、一般に受信すべき二つの周波数帯のうち、波長の短い周波数帯の受信に適するフェライト材質からなる1本の棒状コアの一端に波長の短い周波数帯を受信するコイルを巻き、他端に波長の長い周波数帯を受信するコイルを巻いたものが使用されている。

このようなアンテナでは、波長の短い周波数帯を受信する場合には十分な実効高が得られるが、波長の長い周波数帯を受信する場合には、波長の長い周波数帯の受信に適するフェライト材質を用いたその周波数帯専用のフェライトアンテナに比し著しく実効高が減少する欠点がある。

この発明は、棒状フェライトコアがその軸方向に関して、一方の周波数帯受信に適するフェライト材質部分と他方の周波数帯受信に適するフェライト材質部分とからなることを特長とするもので、周波数帯Aの受信に適するフェライトコア1、および周波数帯Bの受信に適するフェライトコア2を軸方向に接ぎ合わせ、コア1の部分に周波数帯A受信用のコイル $L_A$ 、コア2の部分に周波数帯B受信用のコイル $L_B$ を巻いたもので、それぞれのアンテナに関し、それぞれの周波数帯専用のフェライトアンテナを2本用いたと同様の感度およびSN比が得られ、かつQおよび比導磁率特性のすぐれた2バンド用フェライトアンテナが得られるものである。(橋戸)

