

# hiTRAN Wire Matrix Elements

## 取り付けとメンテナンスマニュアル

カル・ガヴィン日本連絡事務所

〒113-0034 東京都文京区湯島 2-31-15 和光湯島ビル 7F

Tel : 03-6826-8106 Fax : 03-5840-8129

代表 渡部 高司

携帯 : 090-9323-3363 E-mail: [watanabe@calgavin.jp](mailto:watanabe@calgavin.jp)

## 目次

1. エレメントの形状	1
2. エレメントの部品について	2
I) エレメントの本数	2
II) エレメントの固定部品	3
III) エレメントの連結部品	5
IV) U-チューブ熱交換器の場合の補足	6
V) チューブ内に部分的に設置する場合の補足	6
3. 取り付け準備	7
I) 取り付け治具の確認	7
II) 挿入用ロッドの組み立て	10
III) チューブバンドルの確認	11
IV) エレメントの装着具合の調整	11
4. エレメントの連結方法	13
I) リベットによる連結	13
II) ワイヤーによる連結	13
5. エレメントの挿入方法	14
6. 注意事項	16
7. エレメントの固定方法	17
I) コアアンカーによる固定	17
II) キーワイヤーによる固定	18
III) エレメントワイヤーの連結	19
8. U-チューブ熱交換器への挿入方法	20
9. メンテナンス	22

## 1. エレメントの形状

ハイTRANエレメントはワイヤーを編んで製作された熱交換器チューブ用の充填物です。エレメント中心のコアワイヤーに螺旋状のループワイヤーが編みこまれた構造になっています。



エレメント(コアワイヤーとループワイヤー)

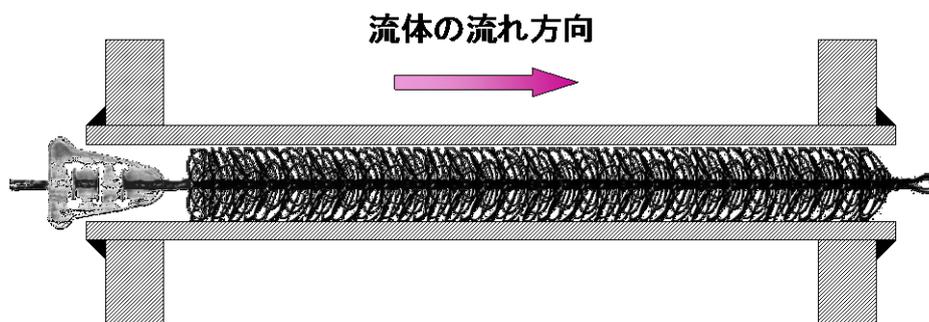
それぞれのエレメントの先端にはコアワイヤーをよじったループが付いています。



エレメント(先端、末端のループ)

ハイTRANエレメントは要求されるパフォーマンスやチューブサイズに合うようにその都度、製作されるため、ワイヤーのサイズ及び、ループの密度はそれぞれの場合によって異なります。

ハイTRANによって熱交換器の伝熱性能を最適化または、改善するためには、エレメントを正しい方向に、かつ適正な張力を持たせてチューブ内に装着する必要があります。通常、エレメントは流体の流れと同じ方向に引っ張って挿入して装着します。[例外については2章IV]を御参照ください。]



エレメントの挿入状態と流体の流れ方向

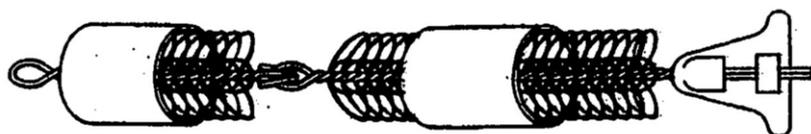
## 2. エレメントの部品について

### I) エレメントの本数

エレメントは熱交換器のチューブ一本に対して一本を装着する場合と、数本のエレメントを連結して装着する場合があります。チューブ長さが 6m を超える場合は、複数本のエレメントを連結して挿入します。



1本のエレメントを挿入する場合



2本の結合エレメントを挿入する場合

梱包箱にはエレメントの装着方向と数本のエレメントを連結する場合はその挿入順番（パートA、B・・・）がマークされています。（エレメントの連結方法については 4 章を御参照ください。）



エレメントの梱包箱

## II) エレメントの固定部品

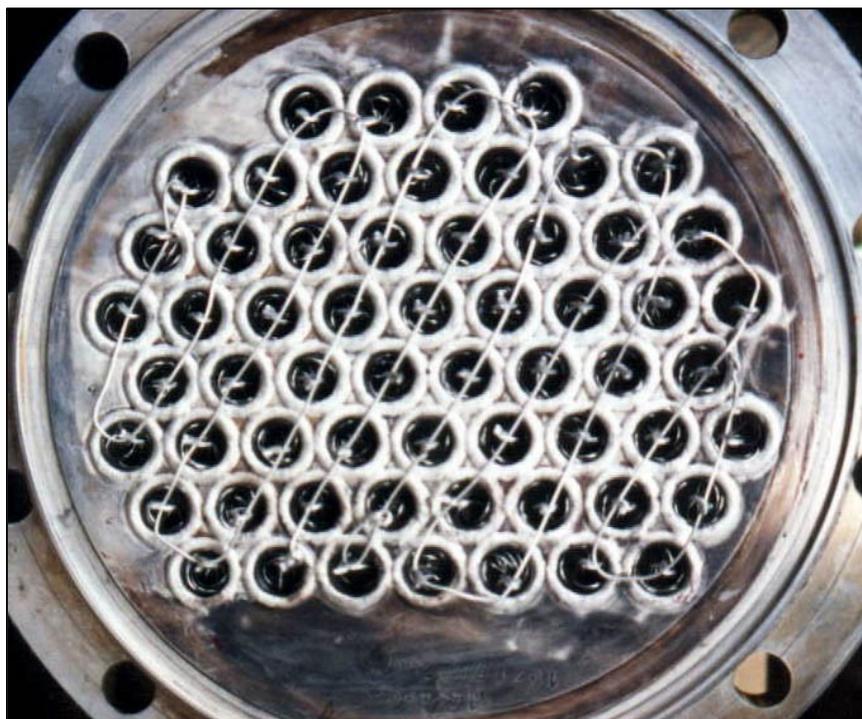
エレメントは挿入されると適正な張力を持ってチューブ内に装着されるため、チューブ内で移動することはありません。しかし、キーワイヤーなどによりさらに固定します。

### a) キーワイヤーによる固定

エレメントの後部にはワイヤーをよじったループが付いています。エレメントすべてのループにキーワイヤーを通し、エレメントを固定します。



エレメント末端のループ



キーワイヤーによるエレメントの固定

b) コアアンカーによる固定

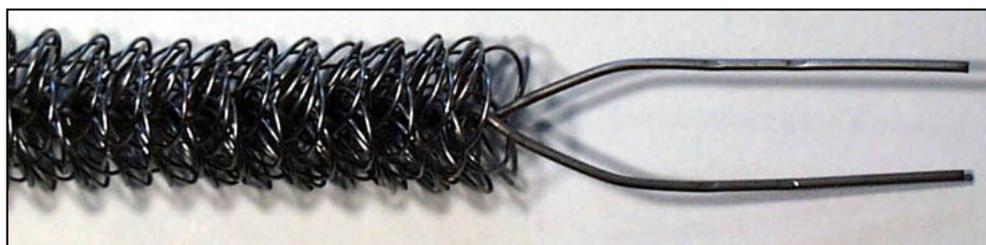
空冷式熱交換器でプラグヘッダーとなっている場合などは、チューブエンドでの固定作業が不可能です。この場合、エレメントはアンカーで固定されます。このアンカーは管板でエレメントのストッパーになります。



エレメント末端のコアアンカー(フィッシュテール)

c) ストレートワイヤーによる固定

エレメントの末端がストレートのワイヤーの場合、装着後に隣り合うエレメント同士のワイヤーをねじり合わせて、全体をつなぎ合わせて固定します。



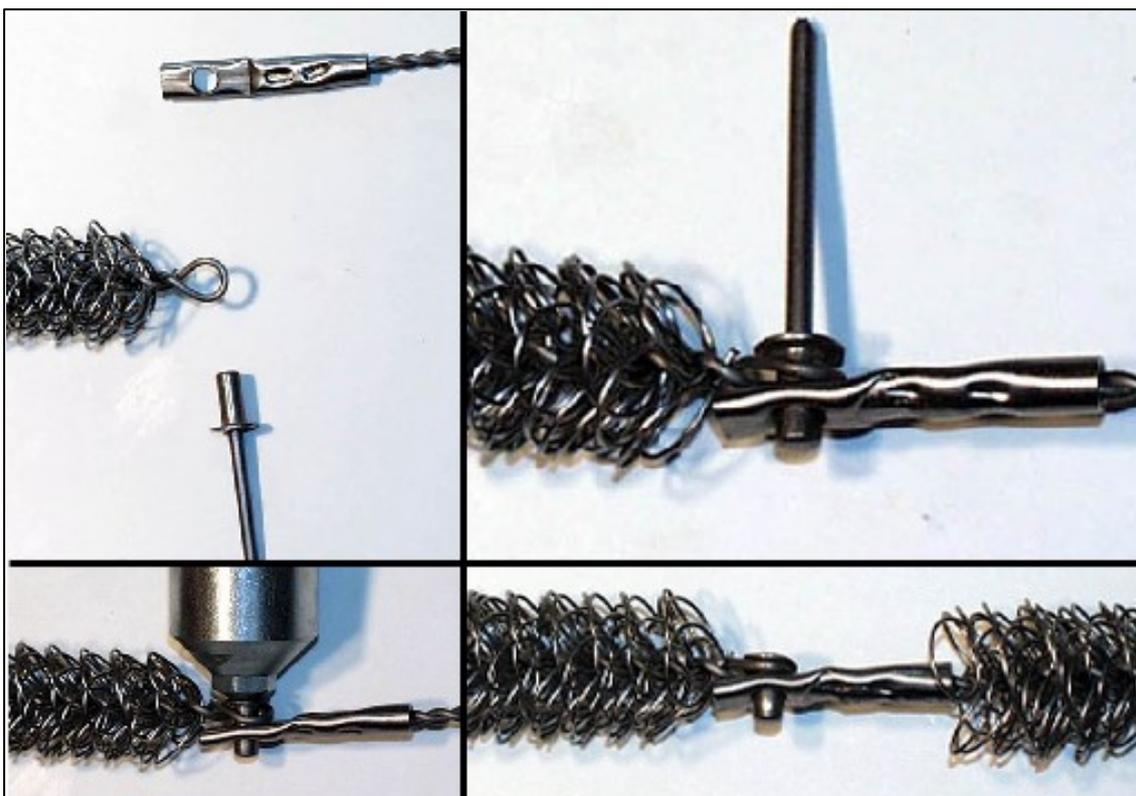
エレメント末端のストレートワイヤー

### III) エレメントの連結部品

チューブ長さが 6m 以上の場合、複数のエレメントを連結して挿入します。エレメント同士を連結する方法は二つあります。

#### a) リベットによる連結

一方のエレメント末端のラグともう一方のエレメント先端のループにリベットを通して連結します。



リベットによる連結

#### b) ワイヤーによる連結

一方のエレメント末端のワイヤーをもう一方のエレメント先端のループに通して、ねじり合わせて連結する簡単な方法です。



ワイヤーによる連結

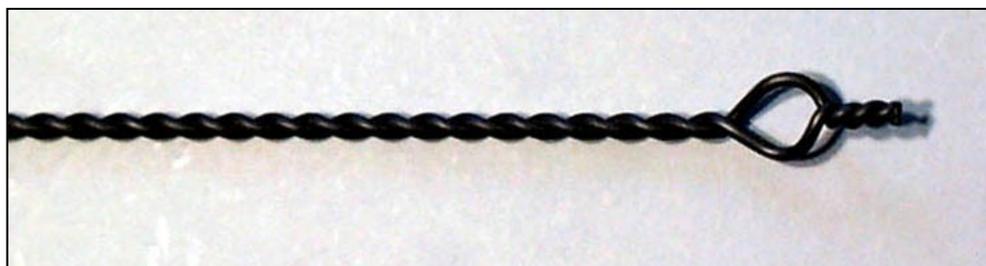
#### IV) U-チューブ熱交換器の場合の補足

U-チューブ熱交換器の場合、エレメントを引っ張って挿入することは不可能です。従って、この場合はエレメントをチューブに対して真っ直ぐに押し入れて挿入します。よって、U-チューブ熱交換器の場合、チューブ側の出口パスではエレメントが流体の流れ方向に対して、逆方向(向流)に取付けられることとなります。この場合は、通常と比較するとハイトランの性能がわずかに低下しますが、エレメントの詳細設計時にこのファクターが考慮されているため、問題はありません。

U-チューブにハイトランを装着する方法については、6章を御参照ください。

#### V) チューブ内に部分的に設置する場合の補足

プロセス上の制限や伝熱性能への効果又は、圧力損失などの影響によりエレメントをチューブ内に部分的に装着する場合があります。エレメントはチューブ内のどちらかの端側又は、中央部分のみに取付けることが可能です。この場合、リードワイヤーと呼ばれる、まっすぐなワイヤーを一本もしくは数本使い、これをエレメントに結び付け、チューブにエレメントを装着します。リードワイヤーはエレメントをチューブに引っ張って装着するため及び、エレメントの末端を固定するために使われます。



リードワイヤー

### 3. 取り付け準備

#### I) 取り付け治具の確認

始めに、エレメントとその取り付け用の治具がすべて準備されている事を確認します。通常、それぞれの梱包箱には同じ数のエレメントが入っています。また、エレメントの取り付けに必要な治具は、通常、エレメントと共に納入されます。エレメント装着用の治具が入っている梱包箱にはその旨、表示されています。

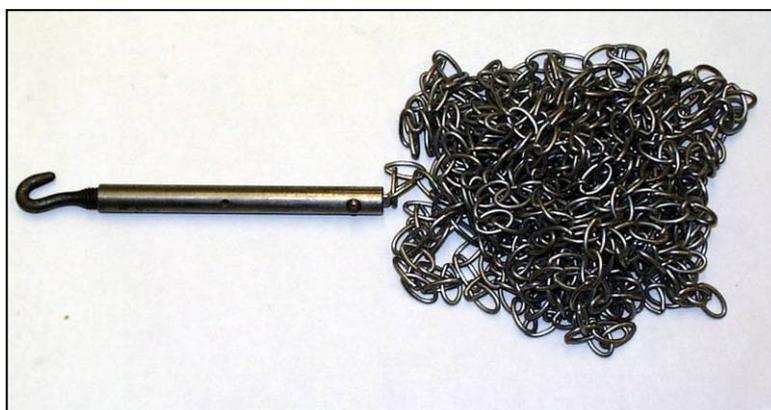


梱包箱中の取り付け治具とその表示

取り付けに必要な治具は次の通りです。

#### a) エレメント挿入用ロッド及び、チェーン

チューブ内にエレメントを引っ張って装着するために、ロッドを使用します。また、縦型の熱交換器のように作業スペースやアクセス方法が限られている場合には、ロープやチェーンを使用します。ロッドやチェーンはチューブ内を容易に通るサイズのものを使用します。ロッドは分割された状態で、エレメントと一緒に梱包箱に入れられて納入されます。



エレメント挿入用ロッドとチェーン

b) フック

フックはロッドの先端に取付けて使用します。エレメント先端のループにフックを引っ掛けて、チューブ内にエレメントを挿入します。



エレメント先端のループにフックを引っ掛けた状態

c) リベットとリベットガン

エレメントをリベットで連結する場合、リベットとリベットガンが必要です。これらの治具は、通常エレメントと一緒に納入されます。リベットのサイズやタイプ等詳細情報が必要な場合は弊社までお問い合わせください。

d) キーワイヤー及びリードワイヤー

エレメントを固定するとき使用するキーワイヤー及び、エレメントに連結するリードワイヤーは必要に応じて納入されます。

e) ダイス

ダイスはエレメントの径を絞るために使用されます。エレメント装着時にダイスを使用する場合、ダイスがエレメントと一緒に納入されます。ダイスには径が固定されたタイプのもの、径の調整が可能なタイプのものがあります。(径の調整が可能なダイスのご使用後にご返却頂きます。) いずれの場合もダイスの内径はチューブの内径よりわずかに小さくなっています。

ダイスはエレメントをチューブに挿入する直前に使用します。エレメントをダイスに通してまっすぐ引き抜き、その後すぐに、チューブに挿入します。



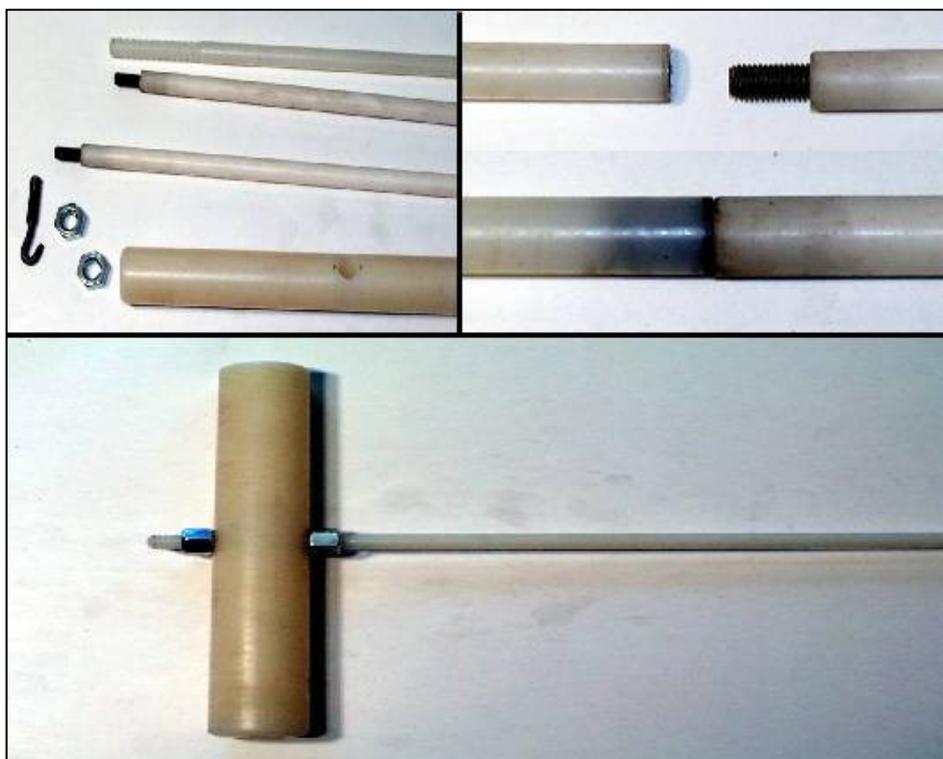
径調整可能なダイス/金属製固定ダイス/ナイロン製固定ダイス(左から)

f) その他の道具 (非納入品)

上記以外に必要な道具は、プライヤー、ペンチ、ワイヤーカッター、六角レンチなど一般的な工具類です。これらは納入いたしません。

## II) 挿入用ロッドの組み立て

エレメントをチューブに挿入する時に使用するロッドを組み立てます。数本に分割されて納入されるロッドをつなぎ合わせて、チューブ長より僅かに長い一本のロッドを組み立てます。そして、末端にハンドルを取付けます。それぞれのロッドの両端にはネジが切っており、連結できるようになっています。それぞれのロッドを正しく連結させて、最後にハンドルを取付けると、エレメントの挿入に最適な長さになります。ハンドルには貫通する穴が開いています。ハンドルの穴にロッドを通してナットでハンドルとロッドを固定します。



挿入用ロッドの組み立て方法



挿入用ロッド

### Ⅲ) チューブバンドルの確認

エレメントの取り付けを確実にを行うために、チューブ内がきれいであり突起物などが無いことを確認します。新しいバンドルの場合はこの必要はありません。しかし、既設の熱交換器にエレメントを装着する場合は、取り付け作業前にチューブ内を慎重に調べます。チューブの内径よりも僅かに径が小さいチューブやロッドなどを何本かのチューブに挿入して確認します。もし、これらが準備できない場合は、短く切ったエレメントを代わりに使用します。チューブ内で引っかかりを感じるようであれば、さらに確認を続けます。引っかかりの原因がチューブ内の汚れである場合は、チューブの洗浄が必要です。チューブを洗浄し、チューブ内がきれいになり、エレメントの装着が可能である事を確認します。

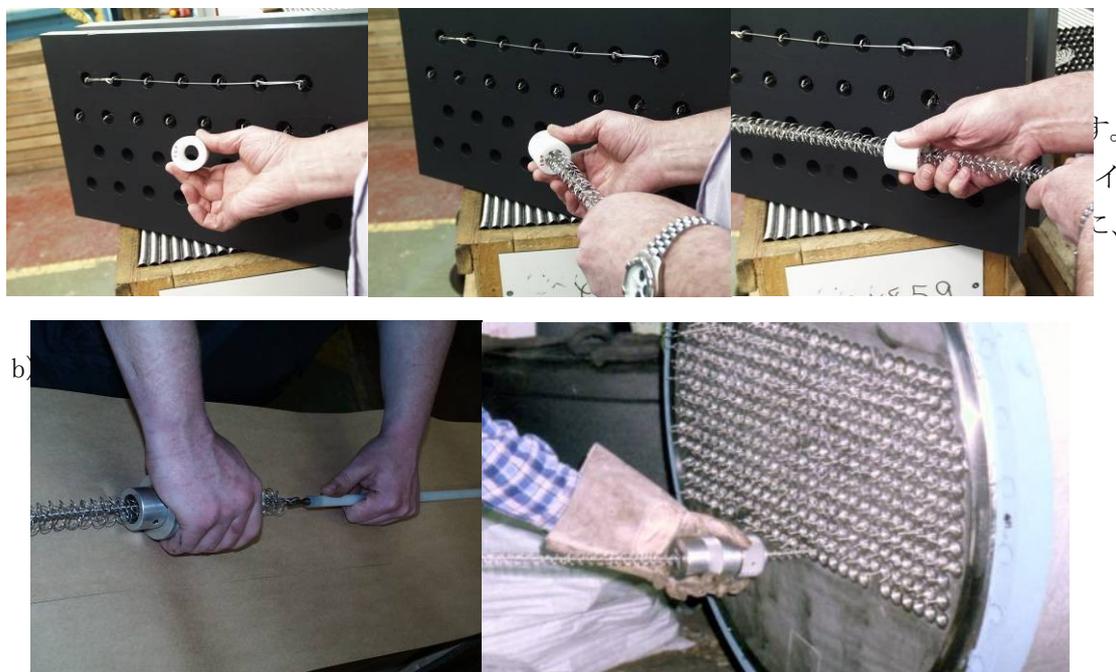
次に、チューブパスの配列と流体の流れ方向を確認します。熱交換器の組立図やフローシートなどを見てそれぞれのチューブ/パスに対して、どの方向にエレメントを装着するか確認します。なお、エレメントを特定の列や特定のパスのみに装着し、他の列やパスには装着しない場合もあります。

### Ⅳ) エレメント装着具合の調整

#### a) 新品のバンドルにエレメントを装着する場合

挿入ロッドのフックにエレメント先端のループを引っ掛けて、チューブ内に 1 本のエレメントを挿入します。次に、このエレメントを挿入したときと同じ方向にまっすぐ引き抜いてその装着具合(適正な張力をもってチューブ内に装着されているかどうか)を確認します。複数本のエレメントを連結して装着する場合も、連結する前の先頭のエレメントのみを使用して同じ方法で、装着具合を確認します。

エレメントはその仕様に応じて熱交換器のチューブに適切に装着されるサイズに製作されています。そのため、エレメントは過度の力を掛けなくてもチューブ内に装着することが可能です。しかし、チューブ内径は製作上の公差やチューブ内部の汚れの状態によってわずかに変るため、エレメントの装着状態がタイトになる場合があります。もし挿入作業に過度な力が必要な場合は、エレメントの径を小さくするために、適切なサイズのダイスを使用します。



既設のバンドルにエレメントを装着する場合や、チューブに腐食または汚れの問題がある場合には、エレメントが装着時にチューブ内で引っかからないように、注意深くこの作業を行います。

まず、エレメントをダイスできつめに絞ってから装着具合を確認します。径の小さなダイスを使用することによって、挿入時にエレメントがチューブに対してルーズになるため、引っかかりの可能性が小さくなります。問題がなければ、徐々にダイスのサイズを上げて、最適な装着条件を見つけ出します。また、腐食の度合いや汚れ具合はチューブ毎に異なるため、数本かのチューブで同様に装着具合を確認します。

エレメントを2本以上連結してチューブに挿入する場合は、1本での確認が終了した後に、連結したエレメントでも同様の確認を行い、チューブの全長で問題がないことを確認します。

#### 4. エレメントの連結方法

##### I) リベットによる連結[2章Ⅲ) a)参照]

- ・ リベットジョイントを使用する場合は、連結させる前に二本のエレメントを一直線に並べます。
- ・ また、連結する二本のエレメントの連結順序がそれぞれ正しいか確認します。
- ・ 確認が終了したら、リベットをリベットガンと先頭のエレメント末端のラグ及び、他方のエレメント先端のループに通します。
- ・ 準備ができたなら、リベットガンのハンドルを絞り、リベットを打ち込みます。
- ・ 次の連結の準備をする前にリベットガンから残片が外れているか確認します。

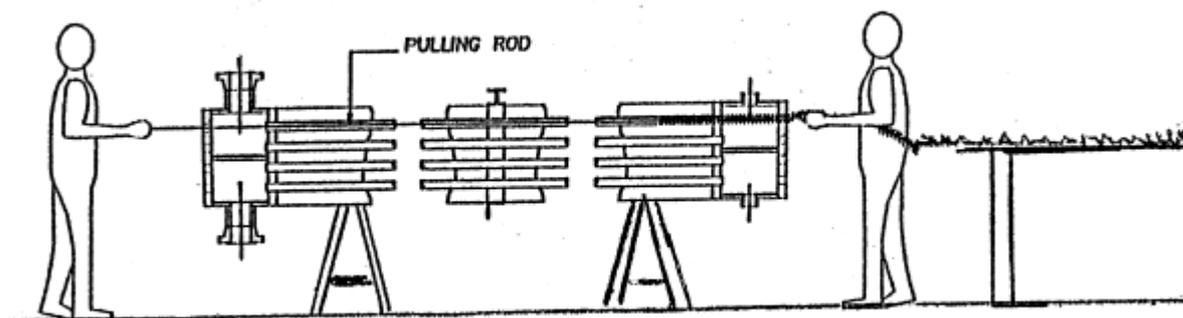
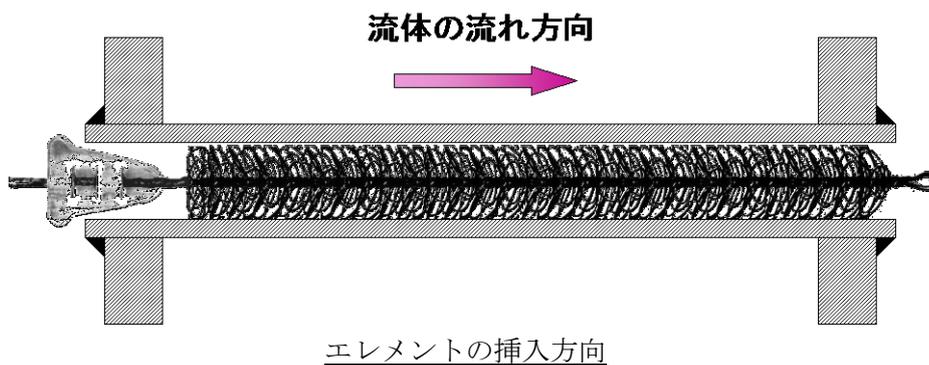
リベットガンの詳細やその使用方法・調整方法についてはガンと一緒に送付される取扱書を御参照下さい。

##### II) ワイヤーによる連結

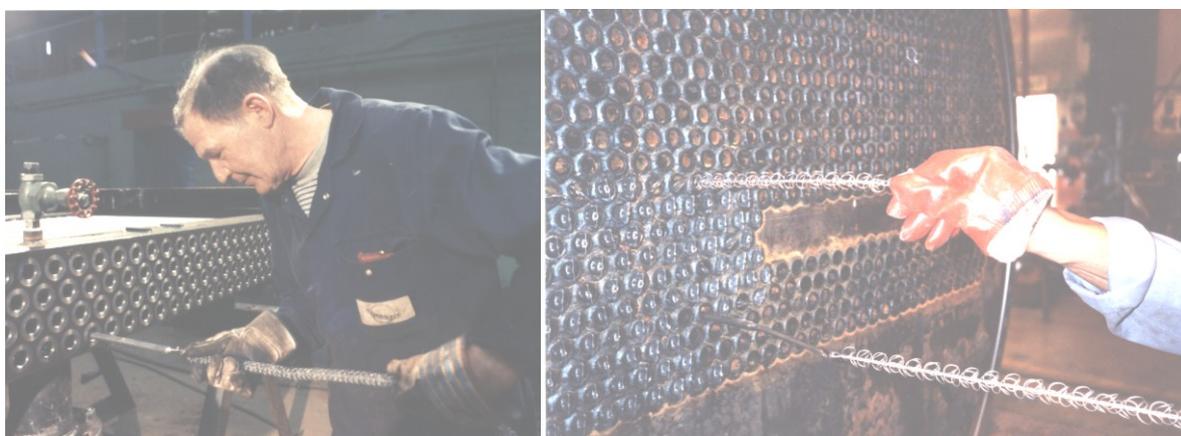
- ・ 先頭のエレメント末端のワイヤーをもう一方のエレメント先端のループに通します。
- ・ 次に、二本のワイヤー硬くねじり合わせてエレメントを連結します。
- ・ 余分なワイヤーをカットします。
- ・ チューブ内に連結したエレメントを挿入する前に、連結部分のワイヤーがチューブ内で抵抗にならない位置にある事を確認して下さい。

## 5. エレメントの挿入方法

エレメントは熱交換器の流体の流れと同じ方向にチューブの中へ引っ張って挿入します。複数パスの場合にはそれぞれのパス毎に正しい方向でエレメントが挿入されるように注意が必要です。



空冷式熱交換器へのエレメント挿入作業



エレメントの挿入作業

一本のチューブに対して複数本のエレメントを連結してから挿入する場合は、連結させたエレメントを一度に数本準備してから挿入作業を行います。ただし、作業員が多い場合は、連結作業と挿入作業を平行して進めます。

エレメントの挿入作業時は、エレメントが損傷したり、汚れたりしないように取り扱いに十分注意します。クリーンな状態が特に重要な場合は、汚れがつかないようにエレメントをシートの上に置き、さらに、カバーをかけます。

エレメントの挿入本数が多い場合は、次のような配置で作業を進めると効率的です。チューブシート前で一人がエレメントにフックを引っ掛けます。また、チューブシートの反対側で一人がロッドを引っ張ります。また、もう一人がエレメントからフックをはずします。始めは作業があまり速く進みませんが、慣れてくると作業が効率よく進むようになります。

エレメントがコアアンカーで固定される場合は、コアアンカーがチューブシートに引っかかるため、エレメントが止まりますが、コアアンカー以外で固定する場合は、エレメントを引っ張り過ぎないように注意します。エレメントを逆方向に引き戻すのは非常に困難です。エレメント先端のループと末端のオシリの部分はチューブシートから約25 mm 突出するようにします。このために、エレメントの末端にグリップなどを接続して装着作業を行います。もしエレメントを引っ張りすぎた場合はそのまま同じ方向に、まっすぐ引き抜き、再度挿入をやり直します。

エレメント取り付け作業中は取り付け治具の状態を定期的を確認します。特に、エレメント挿入ロッドの連結部分やフックの状態には十分注意します。必要に応じて、フックを定期的に変換します。

## 6. 注意事項

これまでの説明どおりに注意深くエレメントの取り付けを行えば、問題はありませんが、起こりうる問題点とその注意事項を説明します。

### I) エレメントがチューブ内の汚れや妨害物によって途中で引っかかった場合

これは、エレメントを挿入する前に、チューブ内を慎重に確認することで防止できます。もしも、引っかかってしまった場合は、エレメントが壊れる可能性があるため、無理やり引き抜くことは避けます。エレメントが挿入された位置を確認し、場合によってはエレメントを逆方向に引き抜きます。逆方向に引き抜くためにはウインチが必要となる場合があります。

また、引っかかった位置がチューブ出側付近の場合は、そのまま、人力で引っ張るか、ウインチを使用して挿入してしまいます。

もしも、エレメントが前後のどちらの方向にも動かない場合は、チューブシートから飛び出ている部分を切断して、残りの部分をチューブ内に挿入したままにします。このような事態が起こった場合は、残りのチューブにも問題がないか徹底的に調べます。

### II) エレメント挿入ロッドのフックの破損または、ジョイントの緩み

挿入ロッドのフックが破損した場合、またはジョイント部が緩んではずれた場合もエレメントがチューブ内に取り残されます。

これは、挿入ロッドを定期的を確認することで防止できます。もし、破損などが生じても、リカバリーできる場合があります。

注意深くロッドとフックを操作すると、エレメントに再装着されることがあります。再装着が不可能な場合は、ウインチでエレメントを逆方向に引き抜きます。

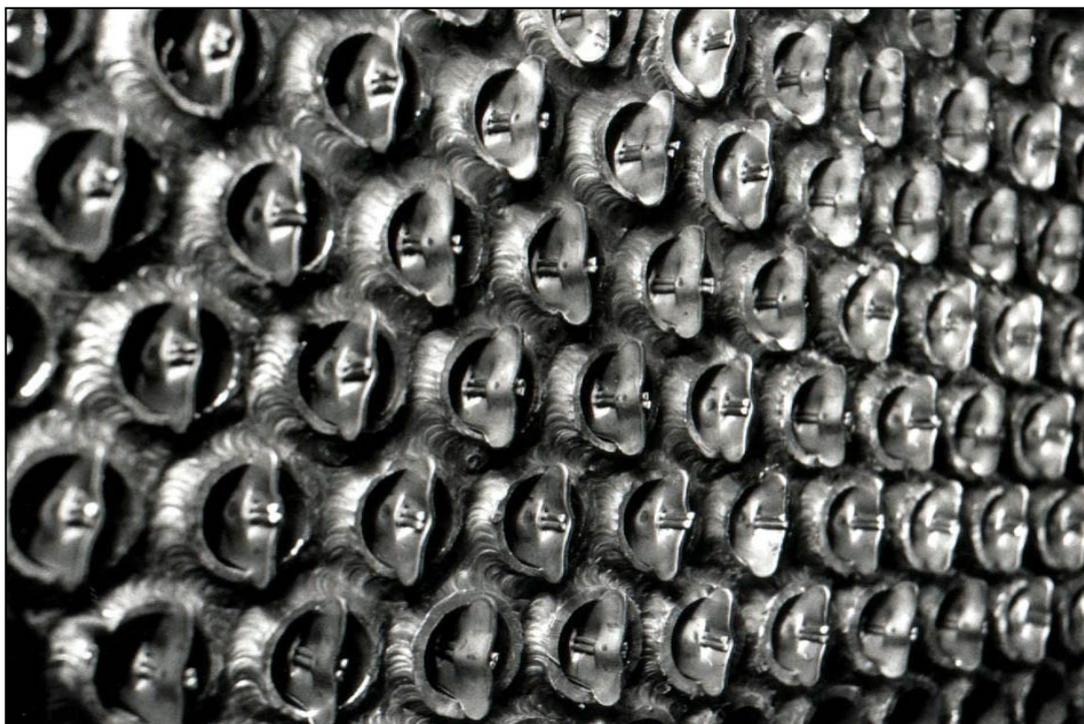
### III) エレメントの装着具合がタイトな場合

チューブサイズの公差の影響などによって、エレメントの装着状態がタイトになり、挿入に時間がかかる場合があります。挿入するエレメント本数が少ない場合は、作業員を増やすなどして、人手に頼り、そのまま装着作業を続けます。挿入本数が多い場合は、3章IV)の手順に従い、エレメントをダイスで絞ります。

## 7. エレメントの固定方法

### I) コアアンカーによる固定

コアアンカーの場合、エレメントがチューブに装着されるとアンカーがチューブシートに引っかかり固定されます。そのため、特別な作業は必要ありません。



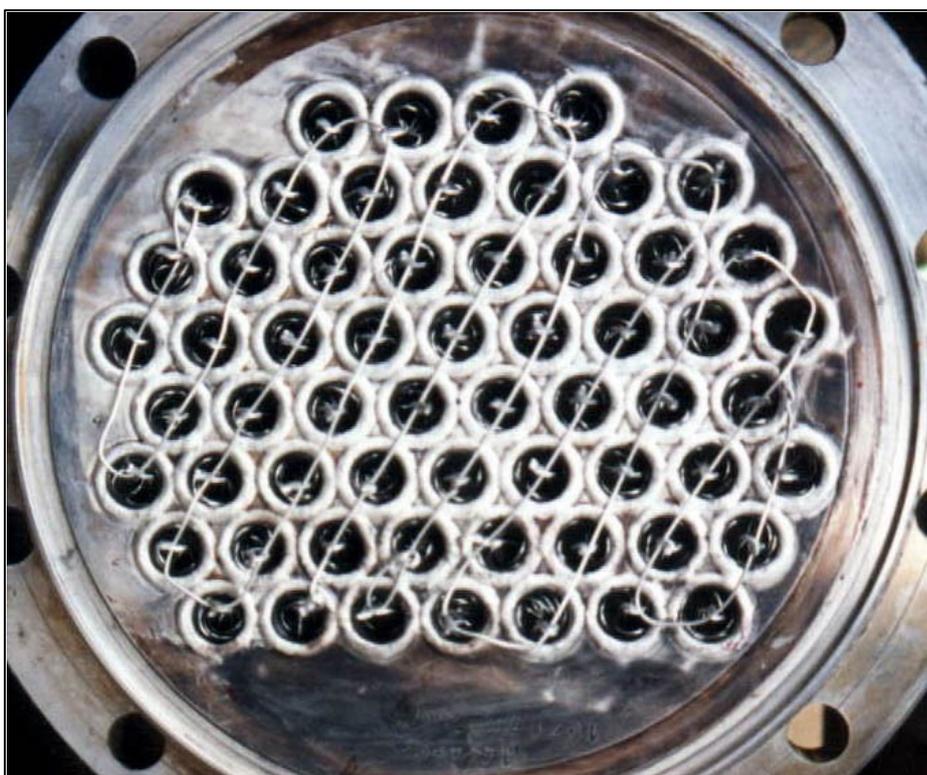
コアアンカーによるエレメントの固定

## II) キーワイヤーによる固定

ほとんどの場合はキーワイヤーを使用してエレメントを固定します。キーワイヤーとして1本のワイヤーを使用する場合と2本より線のワイヤーを使用する場合があります。

この方法によってエレメント先端のループ及び、エレメント末端のループがそれぞれキーワイヤーで固定されます。

エレメントの装着作業と並行してキーワイヤーでの固定作業を行うことも可能ですし、全てのエレメントを装着してから、キーワイヤーで固定してもかまいません。



一本のキーワイヤーを使用した場合の固定

各列のエレメントのループにキーワイヤーが通りやすいように、ループを同じ方向に整列させてから、キーワイヤーをそれぞれの列ごとに通します。その列のエレメントループすべてにキーワイヤーが通ったら、最後にワイヤーの端を曲げて、ワイヤーが動かないように固定します。各列がキーワイヤーで固定されてから、さらに対角線状にそれぞれの列を固定します。

バンドルサイズが小さい場合は、前頁の写真のように、1本のキーワイヤーで全てのエレメントを固定します。エレメントのループの方向を揃えるためにプライヤーを使用します。また、キーワイヤーをループに通すために、先の細いプライヤーを使用します。



より線ワイヤーを使用した固定方法

エレメントが流体の流れ方向に動かないようにエレメントの末端を全てキーワイヤーで結束しますが、さらに、逆流が起こりうる場合は、エレメントの先端側もキーワイヤーで固定します。エレメントのすべてを固定する場合と対角線状に一部分を結束する場合があります。

### Ⅲ) エレメントワイヤーの連結

エレメントの末端がワイヤーになっている場合は、隣り合うエレメント同士のワイヤーをねじり合わせて固定します。この固定方法はエレメント末端でのみに適用されます。

## 8. U-チューブ熱交換器への挿入方法

U-チューブ熱交換器の場合は、エレメントの挿入方法が通常とは異なります。通常はエレメントを引っ張ってチューブに挿入しますが、U-チューブの場合は、押し込んで挿入します。

また、U-チューブの場合は連結させたエレメントを使用しないため、連結作業は行いません。

エレメントをチューブ内に押し込んで挿入させるために、エレメントを通常より強めに絞りチューブに対してルーズな状態にして、チューブ内に入りやすくします。そのため、U-チューブ熱交換器にエレメントを装着する場合は、それぞれの径が異なるダイスセツトまたは、径の調整が可能なタイプのダイスを使用します。

エレメントの装着具合はエレメントの絞りを僅かに変えるだけ大きく変ります。

エレメントを押し込みはじめたときは、その感覚から装着具合が適切になると思われても、挿入を続けるうちに、装着具合が堅くなり、前にも後ろにも動かなくなる場合があります。

このような事態を避けるために、はじめは径が小さいダイスを使用して、エレメントをきつめに絞り、挿入具合を確認します。次に、ダイスのサイズを徐々に大きくして、装着具合を確認します。エレメントの絞りは、エレメントを押し込んで挿入できる範囲で、なるべくきつく設定します（エレメントは可能な限り径が大きな状態で挿入します）。

エレメントの装着具合はチューブ内径の公差によってそれぞれ変ります。エレメント挿入中は常に装着具合を確認し、必要に応じてエレメントの絞り具合を調整しながら作業を進めます。

エレメントを押し込んでチューブに装着させる場合も、事前にチューブ内の状態を確認します。全数のチューブが十分にきれいで、突起物などが無いことを確認します。

Uチューブの場合はエレメントの装着状態が、ストレートチューブと比較するとルーズになります。また、流体出口側のチューブに装着されるエレメントは、取り付け方向が、通常とは異なり、流体の流れと逆向きになります。よって、エレメントの固定が非常に重要です。

ストレートチューブの場合は7章に示したとおり、エレメントの先端と末端のループにキーワイヤーを通してそれぞれ固定することが可能です。Uチューブの場合も、エレメントをキーワイヤーで固定します。

Uチューブの場合のエレメントの固定方法は以下の二つがあります。

ひとつは、チューブシートの1箇所か2箇所にフックを設置して、このフックにキーワイヤーを結び付けて固定する方法です。

もうひとつは、リードワイヤーを使用して固定する方法です。何本かのエレメントの先端のループにリードワイヤーを連結し、これらのリードワイヤーをチューブ内に挿入します。次に、リードワイヤーに接続されているエレメントを続けて挿入し、リードワイヤーを反対側のパスから外に出します。チューブシートから飛び出したそれぞれのリードワイヤーを結び、エレメントを固定します。その結果、入口側ではすべてのエレメントがキーワイヤーによって結束され、また、反対の出口側ではエレメントに接続されたリードワイヤーによって、エレメントが固定されます。

リードワイヤーを使用してエレメントを固定する場合は、どの位置のエレメントを固定するかを事前に検討します。

## 9. メンテナンス

エレメントは定期的なメンテナンスの必要はありません。しかし、熱交換器の検査や洗浄方法に対してエレメントが影響します。(検査時、洗浄時にエレメントが邪魔になる場合があります。)

腐食性の高い環境でエレメントを使用する場合や、チューブの腐食が懸念される場合は、エレメントを引き抜いて検査します。

- ・ エレメントの両サイドに取付けられた固定用キーワイヤーを切断するなどして取り外します。
- ・ 装着時と同じ方向に必要な数のエレメントを引き抜きます。
- ・ エレメントの腐食状況を検査した後、エレメントを破損しない場所に保管します。
- ・ チューブの検査が終了したら、初期の挿入方法と同様の手順でエレメントを再度装着します。
- ・ 新しいキーワイヤーでエレメントを固定します。

定期整備時や、チューブの汚れが懸念される場合はチューブシートを目視で確認します。更に詳しく調べる場合は、前述と同じ手順で数本のエレメントを引き抜いて検査します。検査の結果、熱交換器の洗浄が必要となった場合は以下の方法で洗浄を実施します。

- ・ メカ的に洗浄する場合やジェット洗浄を行う場合は、エレメントの全数を引き抜き抜いてから熱交換器を洗浄します。
- ・ 化学洗浄を行う場合は、エレメントを取付けた状態で洗浄薬剤を注入します。洗浄後はフラッシングを十分に行います。

エレメントを熱交換器から引き抜くときは、エレメントが破損しないように、その取り扱いや保管に十分配慮します。

洗浄が終了したら、エレメントを再装着します。再装着時にエレメントが破損する可能性があるため、多少のスペアエレメントを用意する必要があります。

エレメントは2～3回の再利用が可能です。

以上