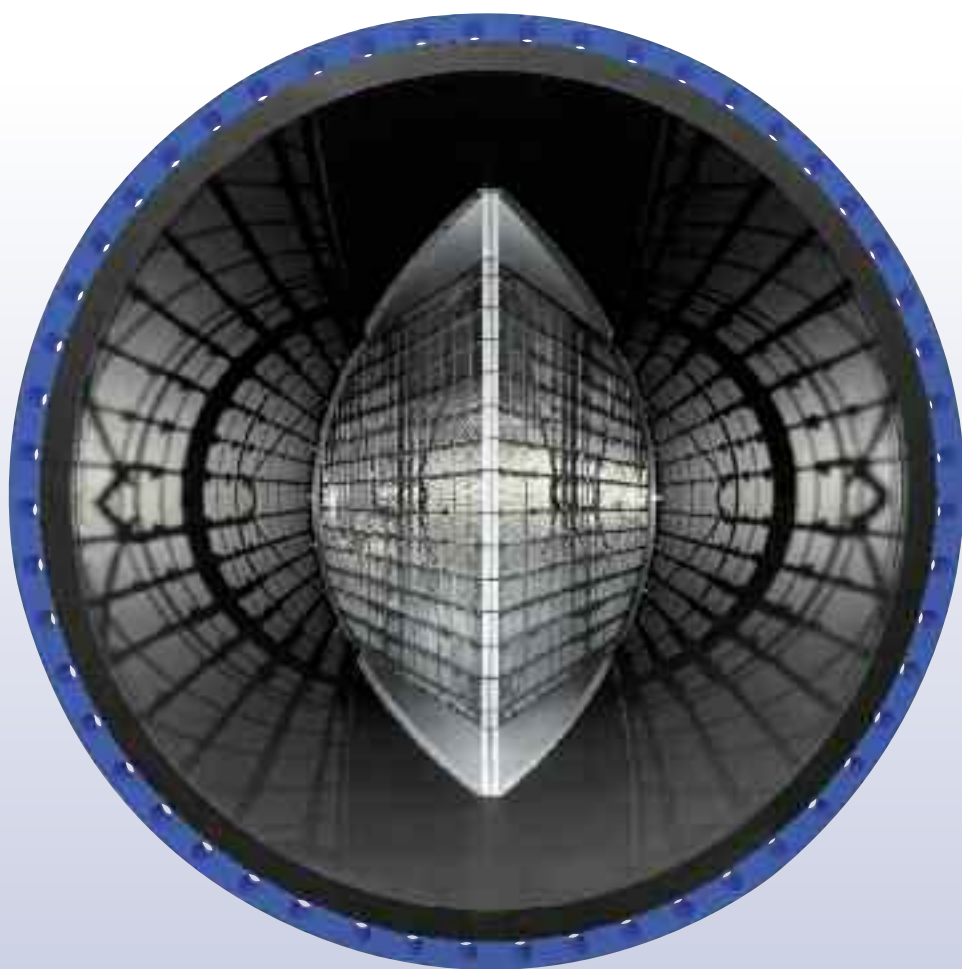


# IN-TA-CT<sup>®</sup>

発電所と産業プラントにおける細管洗浄



Taprogge



Tube Cleaning

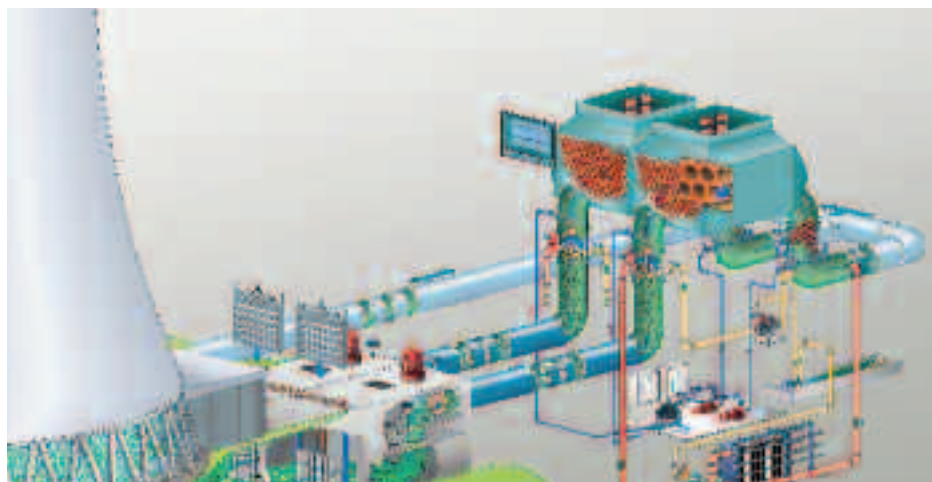
4

## タプロゲ装置

1950年は、まだアイデアとビジョンの段階でした。特許登録が済んで稼働に成功したのは1952年でした。1953年に事業の基盤が整い、会社組織としてのタプロゲが誕生しました。それから数年を経て、装置は進化し、応用範囲も広がりました。そして今日、世界標準になった「タプロゲ装置」は、熱交換器と復水器の冷却細管を運転中も常時洗浄し続ける装置の同義語です。

発電所や海水淡水化装置、それに各種プラントの冷却水循環装置に納入された12,000台を超えるタプロゲ装置が、日々ユーザーに熱効率の向上による利益をもたらしています。同時に環境保護にも大いに貢献しています。

冷却塔を備えた発電所におけるタプロゲ装置

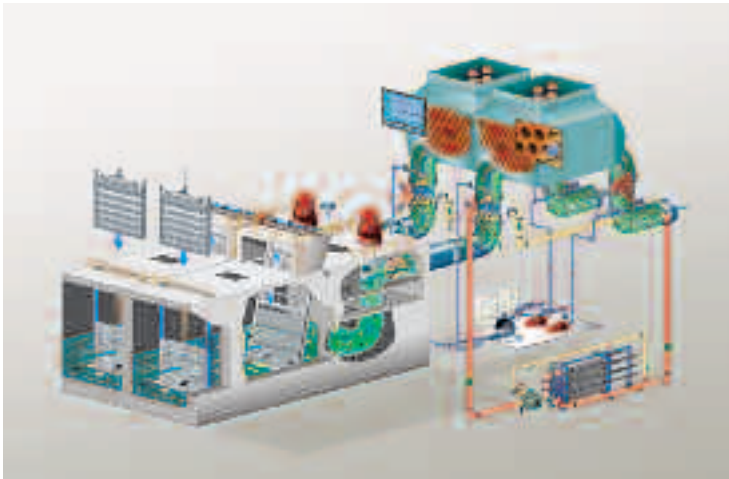


当初、タブロゲ装置は、プラント技術として受け入れられましたが、その核をなすのは純粋にプロセス技術です。装置の納入を積み重ねそのプロセスを総合的に理解することで、使用する冷却水や細管の材質ごとに異なるマクロファウリングにも対応できるノウハウを蓄積してきました。

当社の一貫したプランニングへのアプローチであるIN-TA-CT<sup>®</sup>を取り入れ、上流にタブロゲ式フィルタを据え付けると、タブロゲ装置はより効果を発揮します。

包括的アフターサービスシステムのIN-TA-S<sup>®</sup>によって、タブロゲ装置の機能性はしっかりと約束されています。

発電所におけるワンスルー冷却式タブロゲ装置



産業プラントにおけるタブロゲ装置



## マイクロファウリングへの挑戦

発電所や各種プラントで使用される冷却水には、溶解性もしくは非溶解性の物質が含まれており、取水場所やその方法によってその量と成分が大きく異なります。こうした物質が、細管の表面に固着する現象をマイクロファウリングと呼びます。通常、細管内部では、同時に複数の要因が作用し合い強固なファウリングが起こります。

マイクロファウリングは、次の要因に強く影響されます。

- 細管の材質（チタン管やステンレス管には有機物系硬質スケールがよく見られ、銅管においては腐食傾向が強く出る）
- 冷却水の温度（沈殿物の硬質化につながりやすい）

### マイクロファウリングの分類

#### 微粒子汚損 / 堆積



海水に含まれる異物が、熱交換器の細管内面に堆積した状態。

砂、泥、  
腐食物質

#### 結晶化 / 沈殿



主に、海水中の分解されない無機塩によって生成される。加熱により、海水中の無機塩が、非常に強固な附着膜を細管内面に形成した状態。

硬質化した塩  
(炭酸カルシウム+硫酸、  
炭酸マグネシウム+硫酸、  
ケイ酸塩)、鉄分、  
マンガン沈殿物

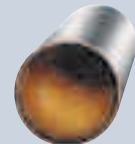
#### 腐食



細管材が海水に反応することにより発生した不要物質が、細管内面に付着・堆積した状態。

細管材質との化学反応により生成される腐食物質

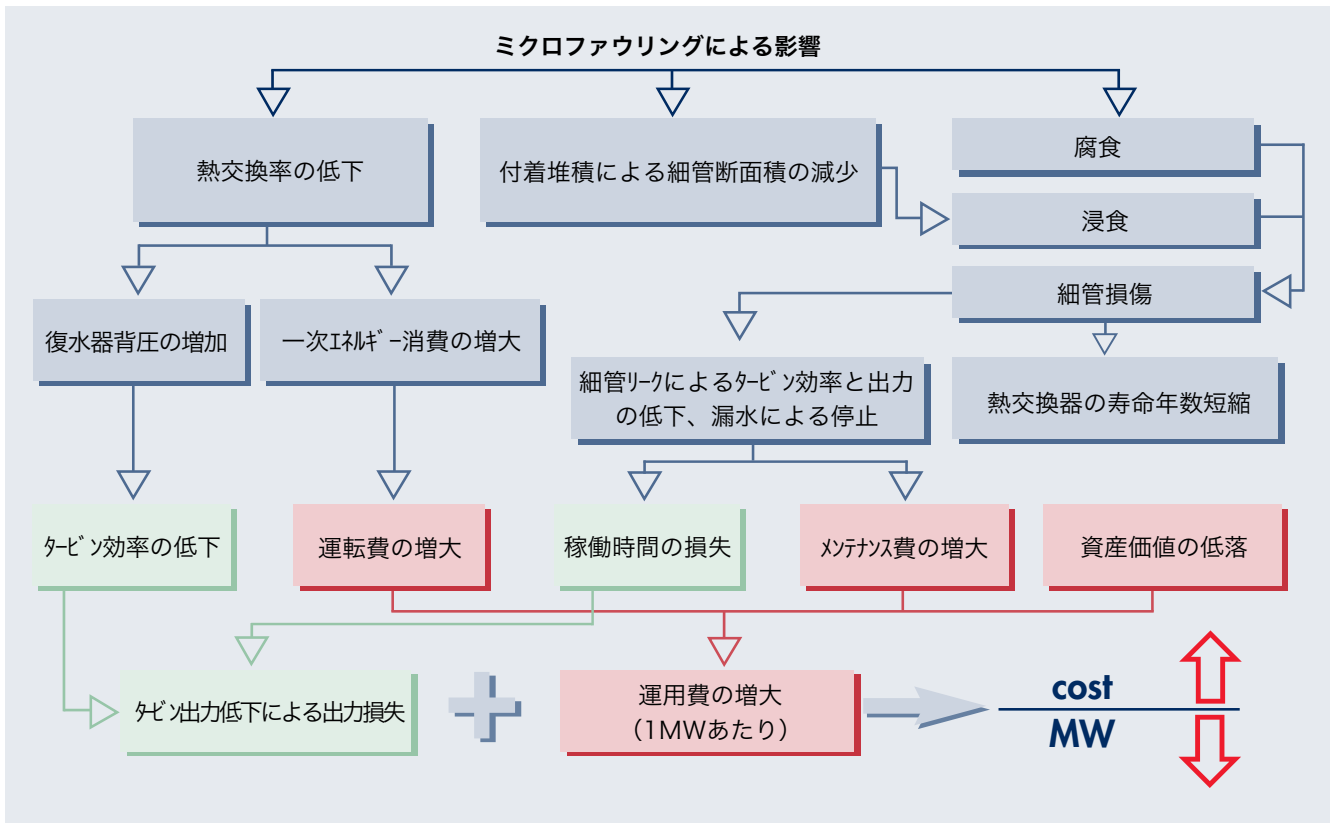
#### 生物汚損



有機体や、その代謝産物が固着し、層状になった状態。

有機体（フジツボ、  
貝類、幼生、藻類）、  
細菌等によるスライム

マイクロファウリングは、細管内の熱伝導の障壁となり、復水器と熱交換器の効率を著しく妨げます。それだけでなく、手動による洗浄作業や、熱交換器の損傷によるシステムの運転停止を頻繁に引き起こします。



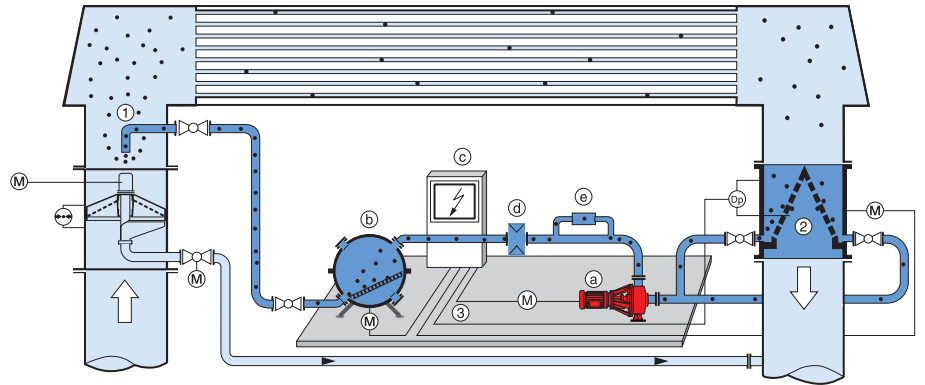
そうした運転停止による損失を換算すると、1,300MWの原子力発電所では9MW～23MW、従来型の600MWの火力発電所で4～10MWとなり、世界の水ビジネスでは受け入れられがたく、特に今日の発電所の厳しい競争市場を考えると致命的です。

タブロゲ装置は、マイクロファウリングの問題を確実に解決し、半永久的に熱交換器の効率を維持することができます。タブロゲ装置を導入することで、システムの効率的な運用と高い稼働率、また半年から2年という短い期間で投資額を回収できることから、発電所と各種産業プラントでは標準技術として親しまれています。

最新型発電所でのマイクロファウリングによる熱効率の低下：

- ・ マイクロファウリングは、1ユニットあたりの熱消費を1～2%増加させます。
- ・ マイクロファウリングによって、復水器背圧は10mbar上昇し、0.7～1.8%という電気出力の損失につながります。

## アイデアからソリューションへ



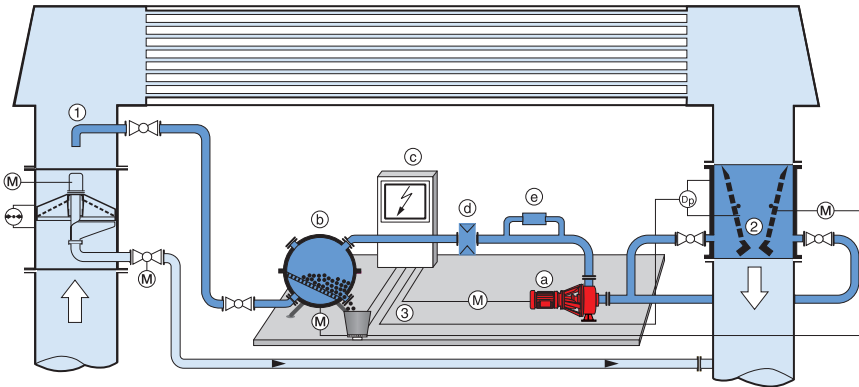
タブロゲ装置系統図(洗浄工程)

発案者であるヨセフ・タブロゲの名を冠したこの洗浄方法は、熱交換器の細管内壁の清浄度を長く維持するのに効果的です。洗浄の対象である細管内径より少し大きい弾性のあるゴム製洗浄ボールが、常時循環するようになっています。

### A. 洗浄工程

洗浄ボールは、ボール注入ノズル（1）から熱交換器の冷却細管の入口部へ投入されます。水流に乗った洗浄ボールは、冷却水中に分散し、細管内を通過しながら洗浄を行います。

細管を通過した洗浄ボールは、冷却水出口に設置されたボール捕集器（2）で冷却水流から分離され、循環ユニット（3）に設置されたボール循環ポンプ（3a）を通過して冷却水入口まで運ばれ、そこで再び、ボール注入ノズル（1）から冷却水流に投入されます。この工程は、連続的に繰り返されます。長時間の洗浄効果を確保するため、通常は、各細管を1時間当たり平均12回洗浄ボールが通過するように数量を決定します。オプションのボール循環監視モニターBRM（3d）を使って、自動的に循環率を監視することもできます。



タブロゲ装置系統図(捕集器の逆洗浄)

## B. 捕集器の逆洗浄

冷却水が運んできた汚れをスクリーンに溜めてしまう可能性があるため、捕集器 (2) は逆洗ができるように設計されています。逆洗は、汚れの状態 (スクリーン上の圧力差) と、事前に設定した時間間隔に応じて始動します。

洗浄ボールの流失を防ぐため、循環している洗浄ボールは、スクリーン逆洗の前にボール捕集器 (3b) に集められます。そこで初めて、スクリーンが逆洗ポジションに移動し、後ろ向きに冷却水が流れるようになっていきます。固着していた汚れはこうして落とされ、冷却水流で除去されます。スクリーンが稼働ポジションに戻ると、洗浄ボールは捕集器 (3b) から出て行き、ボール循環が新たに始まります。

全行程は、制御盤 (3c) で制御されています。

## C. 洗浄ボールの取り出しと充填

細管の状況によって、洗浄ボールの摩耗には大きな差が生じます。洗浄ボール径が、細管の内径にまで摩耗する前に新しいものと交換する必要があります。

ボール交換時期を一般化するのは難しいですが、細管の状態が良好な場合は4週間、場合によってはそれ以上といえます。

洗浄ボールを取り出すには、制御盤 (3c) で捕集工程にします。洗浄ボールの交換後、洗浄運転を再始動させます。

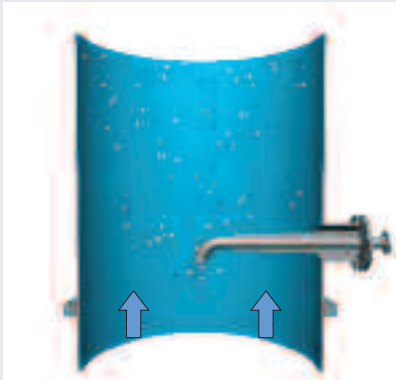
## モジュール構造

世界中で12,000台を超える装置の様々な種類の冷却水での運転経験から完成されたタプロゲ装置は、技術的に成熟段階に達したモジュール構造で、ユーザーのいかなる要求にも応えることができます。

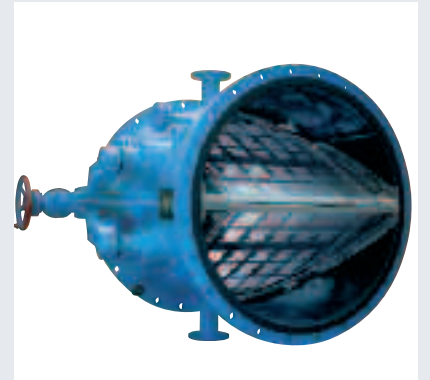
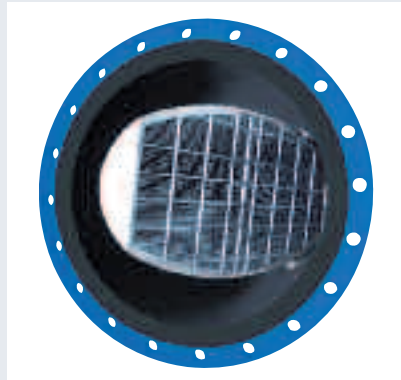
装置を稼働させる現場状況に応じて、オーダーメイドのモジュールを構築するのは、当社のプロジェクトエンジニアです。土台となるモジュールを選定した後は、オプションをどう加えていくかということになります。

### 基本モジュール

#### ボール注入口



#### 捕集器



タイプ： E1  
口径： DN150 - 750  
スクリーン形状： 楕円形

タイプ： D2  
口径： DN800以上  
スクリーン形状： 半円形スクリーンを2枚組み合わせた“ルーフ型”

#### 特徴：

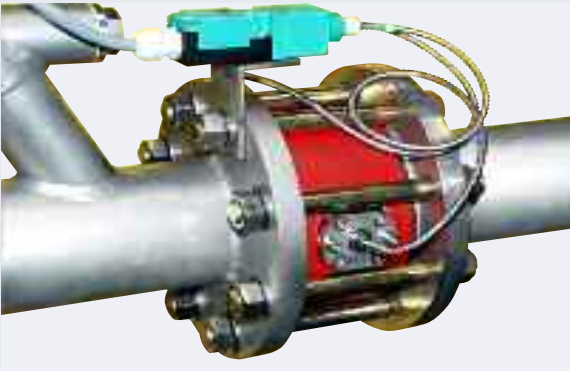
- 設置場所を柔軟に選択でき、設置場所の状況に合わせやすい

#### 特徴：

- 特許取得済みの渦動版（ボルテックスベン）を設けたことで：
  - 流れの中心に配置される吸引部が不要になり、圧損を最小限に抑制
  - スクリーン表面に対して平行な第2の水流を誘発させることでスクリーンの自浄を促し、スクリーン中心部に大型異物が留まらない状態を保つ
- ブレーシング構造のスクリーンは、腐食の原因となる溶接部がない
- 繊維状の異物が絡むのを防ぐエッジバー構造



## オプション



- BRM（ボール循環モニター）：循環率を計測し、系統外への洗浄ボール流出の早期検知に効果的
- BCM（ボールカウンター）：回収器に回収された洗浄ボールの数を計数し、回収率を計測・確認

## ボール循環ポンプ（架台）



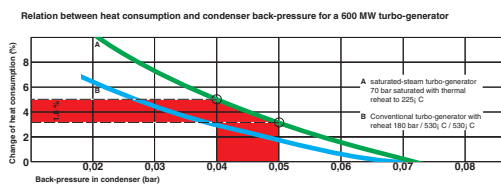
### 特徴：

- ポンプとボール回収器が一体型となっており、据付が簡易な省スペース設計
- 洗浄運転していない時でも運転によりボール循環配管内に水の流れを作り、マイクロファウリングから配管を保護する環境を創り出すことができる

## タブロゲ装置の付加価値

### タブロゲ装置でできること:

- 熱交換器や復水器の高熱伝導率を継続的に持続させる効率性と安定性
- 燃料コストの軽減、タービン出力の向上
- 燃料の節約による環境負荷の軽減（SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、CO<sub>2</sub>の排出量の軽減）
- 熱交換器の寿命の延長
- 熱交換器の腐食の抑制
- 細管漏水による計画外のプラント運転停止の回避



### コスト削減に繋がる投資

- タプロゲ装置の導入により、タービンの熱消費量は1～2%、あるいはそれ以上抑制できます。
- 発電容量の増加分だけでも、タブロゲ装置は半年から2年で投資額を回収できます。
- 燃料節約による排気（SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、CO<sub>2</sub>の排出量）の軽減により、さらなる経済的メリットがあります。

### タブロゲのさらなる提供:

- プラントの計画段階から技術的にサポートします。運用に先立って、サンプリングされた冷却細管の予備ボール洗浄試験を実施し、設置後の洗浄効果に関する知識を得ることができます。この予備試験は、運用の意思決定に貢献します。
- タプロゲの洗浄ボールは、世界中のどこでも入手できます。装置が設置された段階では、洗浄ボールを冷却水循環系統内へ運搬するメカニズムだけです。これだけでは何の効果も生み出しません。効果を得るためには、プラント毎に異なる冷却水に関する科学的、および生物学的（マイクロファウリング）知識と、豊富な経験から得た細管材料や洗浄ボールに関するノウハウが必要です。適切な洗浄ボールと洗浄モードを選定することが、効果的な細管洗浄の鍵となります。そのため、タブロゲでは、多種多様なボールを用意しています。高い品質水準とボールの多様性が、当社アフターサービス業務の基盤になっています。
- 包括的アフターサービスシステム IN-TA-S<sup>®</sup>を元にした、卓越したノウハウがあります。世界8カ国の拠点に50名を超えるタブロゲの技術エキスパートがおり、ユーザーに最大限の効果を提供すべく業務にあたっています。世界100カ国以上への12,000台を超える納入実績が、それを証明しています。IN-TA-S<sup>®</sup>の導入は、タブロゲ装置への設備投資額以上のメリットを感じていただけます。



## タブロゲのケア&コンフォートパッケージ

### 徹底した品質管理

- DIN EN ISO 9001認証を取得した品質保証システム
- 欧州圧力機器基準97/23/ECの要求基準をすべて満たす安全設計
- 安全・健康・環境保護マネジメントシステム(SCC)の適用
- 図書類の標準化および図書に対するユーザー要求への的確な対応
- 高腐食性材料の仕様による設備の延命化と設備投資価値の保護

### IN-TA-CT®モジュールによる適合性

- タブロゲ装置は、冷却水系の最適化の基本概念となるIN-TA-CT®の構成モジュールのひとつです。
- 取水部に設置するプレスクリーンシステムや、上流側に設置するタブロゲ式フィルタとの組み合わせにより、ポンプと熱交換器あるいは復水器をマクロファウリング（機械的損傷）とマイクロファウリング（生物による汚損）の両方から効果的に保護することができます。システム構成機器間のインターフェイスがなくなり、タブロゲ単独の保証が可能となったトータルシステムです。

### タブロゲのみが有する実績・経験に基づく応用技術力

- タブロゲ装置に関するエンジニアリング、コンサルティング、プロジェクトマネジメント、製造、据付、試運転などすべてタブロゲ1社から提供可能です。
- タブロゲの納入実績は12,000台を超えます。世界で比類のない特殊な分野での経験を応用技術力に高めています。取扱いの難しい流体や洗浄工程における予測不能な事態に備えて、タブロゲの応用技術力が必要不可欠となっています。
- さらに冷却水循環の実験装置を備えたタブロゲテクノロジーセンターでは、現場と同じ条件を再現し、信頼性と経済的効果をシュミレーションすることができます。

### IN-TA-S®による広範囲なサービス体制

- タブロゲ装置の据付、試運転が終わるとIN-TA-S®の適用対象となり、タブロゲのきめ細やかなサポートを受けることができます。
- 運転方法や保守に関する様々な質問に対し、IN-TA-S®サポート体制でお応えします。対象機器の範囲、サポート期間、およびサポートの頻度等はユーザーの希望に合わせることができます。
- 遠隔監視サービス（リモートモニタリング）を導入されたユーザーには、さらに迅速なサポートをお約束します。



タプロゲジャパン株式会社

〒650-0032

兵庫県神戸市中央区伊藤町119

三井生命神戸三宮ビル3階

Tel: 078-332-2651 (代表)

Fax: 078-392-0714

E-Mail: [info@taprogge.co.jp](mailto:info@taprogge.co.jp)

Homepage: [www.taprogge.de](http://www.taprogge.de)

© TAPROGGE Gesellschaft mbH. All rights reserved.  
TAPROGGE®, IN-TA-CT®, IN-TA-S®, TAPROGGE Softcare® and  
TAPIS® are registered trademarks of TAPROGGE Gesellschaft mbH.