

【技術ノート】

NC原寸パイプ展開法

NC Fullscale Pipe Development Method

森 井 一 茂 *
Kazushige MORII
 本 沢 文 夫 **
Fumio HONZAWA
 戸 城 高 司 **
Takashi TOSHIRO
 辻 巧 **
Takumi TUZI

近年、海洋構造物は我々鉄構業界において、大きなシェアを占めてきている。四国工場も昭和50年頃から、その波に乗って、シーバース、ジャケット等の構造物を手掛けて来た。昨年もパイプトラス構造のシーバース約1100 tonの工事を無事完了した。

海洋構造物と言えばやはり、軽量でありながら剛度が保てるパイプ構造が主流を占めているのは当然であり、そして、その構造上、最も重要な事は、各部接点、集合部の溶接である。又、パイプの特性を考えると、接点は溶接以外に方法は有り得ず、その溶接条件は、完全溶込み溶接であり、高度な裏波溶接を要求される。

承知の通り、裏波溶接法においては、ルート間隔、ルートフェイス、そして開先角度等の継手の精度が重要である。又、現在では、溶接不良等を、X線検査や超音波検査にて容易に発見する事ができる。そして構造全体の精度、強度にも、展開及び開先精度の優劣が、影響を及ぼす事は否定出来無い事実である。

そこで構造物の精度を確保する為、パイプの集合部の展開方法を標準化し、作業性と品質の向上を計り、製作に適用しているので、ここに報告する。

1. 従来方法の検討

最初に、従来のパイプ展開方法を分析してみると、4つの項目に分ける事が出来る。

- 1-1 集合部の立面と側面を原寸上に描き、パイプの内径をコンパスにて分割する。
- 1-2 立面と側面の分割した、各々の交点を見つける。
- 1-3 基準線より交点の距離を測定し、展開型板に写す。
- 1-4 開先形状を展開型板に描く。

図-1に示す従来の展開方法では、原寸上に描く、側面、立面の誤差が直接展開誤差となり、コンパスによる分割誤差も、大きく影響を及ぼす。又開先形状に至っては、作業者の勘に頼る以外はなく、展開誤差による精度不良、開先の不備による溶込み不足、溶接外観の不良等

の問題を生じていた。

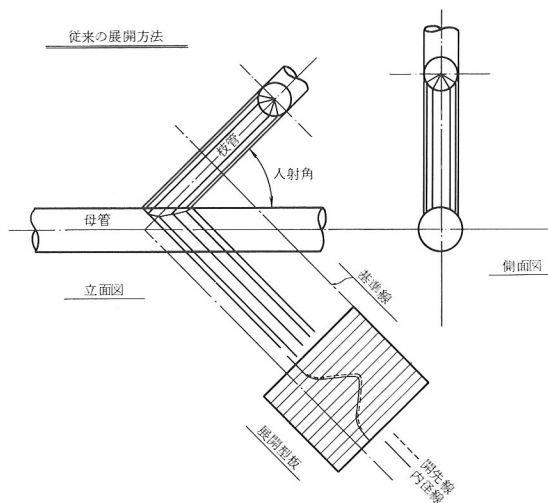


図 - 1

2. 改善内容に対する定義

そこで、これらの問題を解決する為、下記の条件を導き、これに合う要領を決めるべく、検討をかさねた。

- 2-1 内径線の展開は全て計算式にて行ない、立面、側面の原寸描きを無くする。従って作図作業は計算結果を展開型板にプロットするだけなので、誤差は極めて小さくなる。
- 2-2 設計上、集合部の大半は完全溶込み溶接であり、それに対処する一般的な溶接方法は、片面裏波溶接である。
この片面裏波溶接に対して、基本的に統一された開先及び溶接条件を定め、全てこれに則って開先量を決定する。
- 2-3 パイプの溶接開先はその全周に渡りスムーズでなければならない。
- 2-4 パイプの切断は、原則として、パイプコースターによる。

3. 実施及び結果

3-1 内径線の展開式

これまでの原寸の展開方法を見直し検討した結果、図-2の記号を用いて次の式を導いた。

すなわち、 l は展開基準線から交点までの距離であり、展開型板に、この値をプロットすれば良い訳である。

$$l = \frac{r \cdot \cos m\alpha}{\tan \theta} + \frac{\sqrt{R^2 - r^2 \cdot \sin m\alpha}}{\sin \theta}$$

また、判定角 (Ψ : 名称の意味は後述する) は $\Psi = \theta'' + \delta''$ である。

$$\theta'' = \tan^{-1} \frac{\tan \theta}{\cos \left\{ \tan^{-1} \left(\frac{\tan m\alpha}{\sin \theta} \right) \right\}}$$

$$\delta'' = \tan^{-1} \left[\sin \left\{ \tan^{-1} \frac{\tan m\alpha}{\sin \theta} \right\} \cdot \tan \left\{ \sin^{-1} \left(\frac{r}{R} \sin m\alpha \right) \right\} \right]$$

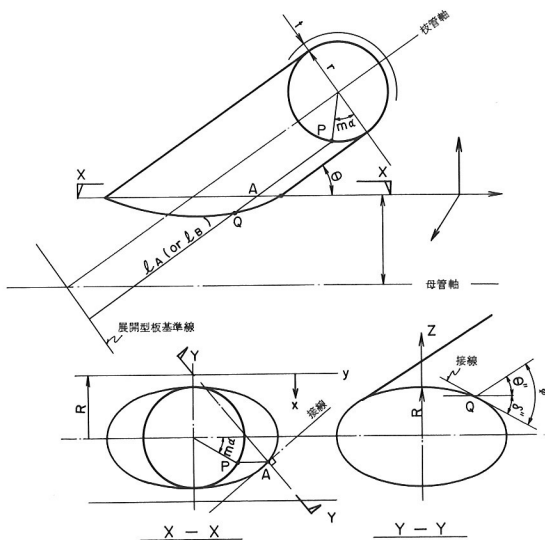


図 - 2

3-2 開先形状の決定

従来開先は、図-3に示す形状の如く、枝管の全周に渡り一定の開先で行っていたが、継手形状によっては、溶接量が過大となることがあり、次の様にあらためる事にした。

図-4の様な条件を考え、母管に対する接線を定めて実験を行った結果、外観、溶込み共に良好な状態を得る事が出来た。次に、母管と枝管とが、角度を有する場合、

合、前述の条件にて実験を行ってみたが、その結果は開先が大きくなり、溶接ビードの外観は極めて悪くなった。

又、枝管と母管のなす角度が小さくなると、溶込み不足が生じ、ルートギャップ確保の重要性がクローズアップされて来た(図-5)。

そこで、パイプの角度に従い開先角度を変化させ、開先量を決定する方法を検討してみた。つまり、パイプ角度(母管と枝管のなす二面間の角度、以後“判定角”と呼ぶ)と開先角度の関係を調べ、開先角度を、ある程度の範囲でまとめて分類し、その時の判定角を求める事とした。

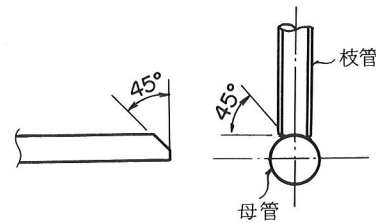


図 - 3

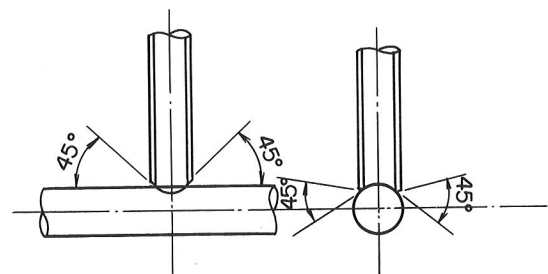


図 - 4

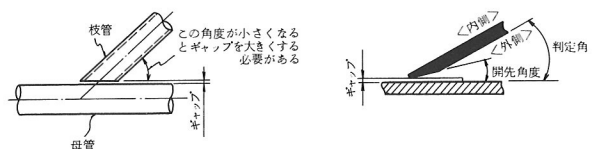


図 - 5

更には、ルートギャップ量、ルートフェイス量を合わせて求め適当な溶接量を定めようとしたのである。

これらの値を求める為に熟練作業者の経験値、社外の情報収集を行ない、基本的な分類を行なったうえで、実験を行ない、その結果により若干の補正をし図-6に示す様な5つの条件を、設定するに至った。

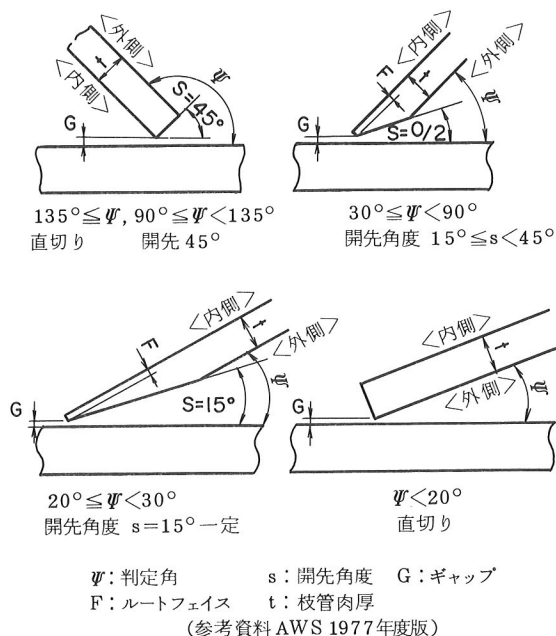


図 - 6

ここに、パイプ展開法要領第 1 号ともいべきものが完成したのである。

4. 現在に至る発展

パイプ展開要領開発当時は、数値計算は机上計算機にて処理し、展開資料作成後、型板を従来通り手作業にて描いていた。

これにより、基本的に統一された開先曲線を得られる為、開発前の作業による開先量のバラツキを防ぎ、その経験に負う度合も減少した。

しかしながら、この方式では数値計算そのものに多大な時間を要し、更に型板作成時間にも問題を残したまま数年が過ぎたが、四国工場に端末機が導入されたことにより、今までの問題を解決する機会と手段を得たのである。

現在、原寸作業は、NC ドラフターを設置、数々の関連ソフト開発により、あらゆる計算から、自動作図までが可能となり、パイプ展開資料作成にも利用され、最少の入力データにて、判定角度の算出、又その条件での開先形状の自動決定も可能となり、描画の為のプロットデータも磁気テープに記録後、NC ドラフターにて処理し、正確な曲線を早く描く事が出来る様になったのである。

この結果、一昨年製作したシーバースのパイプトラス橋 (18 橋) は全てこの方法を用いて開先を決定し、コスト的にも、精度的にも、満足出来るものを得た。

5. 効果の確認と今後の課題

前述のシーバース・パイプトラス橋において、パイプ展開資料作成の必要作業量の試算をしてみると、現在では、開発前の $\frac{1}{4}$ 、開発時の $\frac{1}{4}$ 程度の期間で、全型板がより正確に描画されるという結果を得た (図 - 7)。

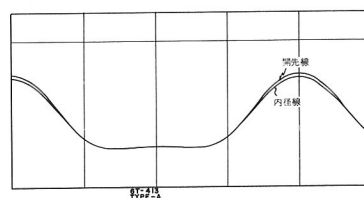
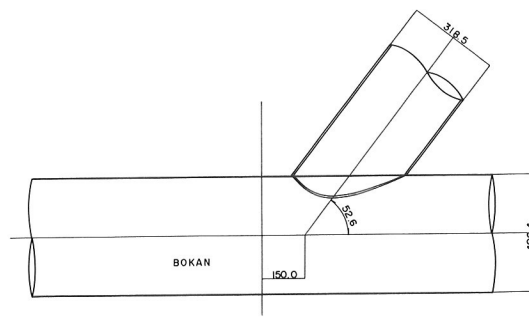


図 - 7

しかしながら、パイプ展開資料としては、大きな成果を上げる事が出来たものの、展開要領に制限がある為、今後、より複雑なパイプ集合体については、検討、開発の余地が残されている。

その他、一部の切断機メーカーで発売されているコンピュータ制御によるパイプ切断機についても、パイプの切断、開先取りが製作工程上大きなウェイトを占める為、研究していく必要が有ると思われる。