

電子計算機による中圧ガス導管網の流量計算

福 森 康 文*

当社は現在、堺臨海工業地帯に新工場を建設中であるがこの堺新工場は大阪の南部に位し今後の需要増に対してガス供給上非常によい立地条件を備えている。この有利な立地条件をいかに発揮させるためにはガス圧送設備および供給導管設備の方式、能力をどのように計画すれば経済的であるかを検討する必要がある。

この問題を解決するために、電子計算機を利用してガス供給状態をシミュレートし、各種ガス供給方式の比較を行ない経済計算を行なった。

その結果、中圧高圧併用供給方式が有利であるとの結論を得、それにもとづいて供給導管計画、圧送設備容量の決定を行なった。なお、この際用いた導管網流量計算（ガス供給状態のシミュレーション）はガス供給計画、設備計画合理化のための有力な手段として現在利用している。

1. 検討方針

次の二通りのガス供給方式を比較する。

1) 高圧供給方式

全送出ガスを高圧圧送で行ない需要地点でガバナ―により必要圧力に落し供給をする。

利点；導管設備費が安い。

欠点；圧送電力費が高い。

2) 中高圧併用供給方式

近、中距離需要地は中圧圧送により供給し、遠距離のみ高圧供給を行なう。

利点；圧送電力費が安い。

欠点；導管設備費が高い。

2. 検討の手順

1) 昭和39年より昭和53年にいたる15ヶ年間のガス需要予測を行なう。

2) 中圧供給を行なうための、中圧導管敷設計画を数通り行なう。

3) 上記条件の下に、15ヶ年間の堺工場よりの中圧供給量を計算する。

（これの基礎資料を得るためガスフローを電子計算機によりシミュレートさせる。）

* 大阪瓦斯株式会社 昭和35年3月25日受理「経営科学」第6巻3号

- 4) 3) で求めた中圧供給量にガス 1 m³ 当りの高圧圧送費と中圧圧送費の差を乗じて、全高圧供給と、中高圧供給の圧送費の差を求める。
- 5) 全高圧供給と中高圧供給の年間資本費の差を求める。
- 6) 資本費の差と圧送費の差の合計の年度別値を求め中高圧供給方式を現在採用することの利益（現在時点での利益）を求める。
- 7) 導管敷設計画、圧送機容量の決定を行なう。

3. 中圧ガス導管網の流量計算方法

ガス輸送公式は当社では次式を用いている。

$$h = P_i^2 - P_0^2 = \alpha Q^2 \quad (1)$$

ここで P : ガス圧力 (kg/cm² abs.)

Q : ガス流量 (m³/hr)

α : 抵抗係数

$$\alpha = \frac{\rho \cdot L}{K^2 D^5} \quad (2)$$

ρ : ガス比重 (対空気)

L : 管路長 (m)

D : 管径 (cm)

K : Cox の係数 (52.31 を標準とし各管により異なる)

単一路線の場合は (1) 式より流量、圧力の関係が求まる。しかし中圧管のように網状になっている場合、どの路線に対しても (1) 式が成立っていなければならない。

すなわち、任意の閉ループに対して

$$\sum (\pm h) \equiv \sum (\pm \alpha Q^2) = 0 \quad (2)$$

ただし、符号はループにそってガスが流れる場合正 (+)、反対方向に流れる場合負 (-) をとる。

また当然各接続点で流出入量がバランスせねばならないから、各接続点について

$$\sum (\pm Q) = 0 \quad (4)$$

ただし、符号は接続点流入を正 (+) 流出を負 (-) とする。

すなわち、導管網に対して (3) (4) 式が満足せねばならない。

(3) (4) 式を満足するような各路線の流量を見出す方法として、ハーディ・クロス法と呼ばれる方法がある。

これは、(4) 式を満足する各路線 (メンバー) 流量をまず仮定し、各ループごとに、

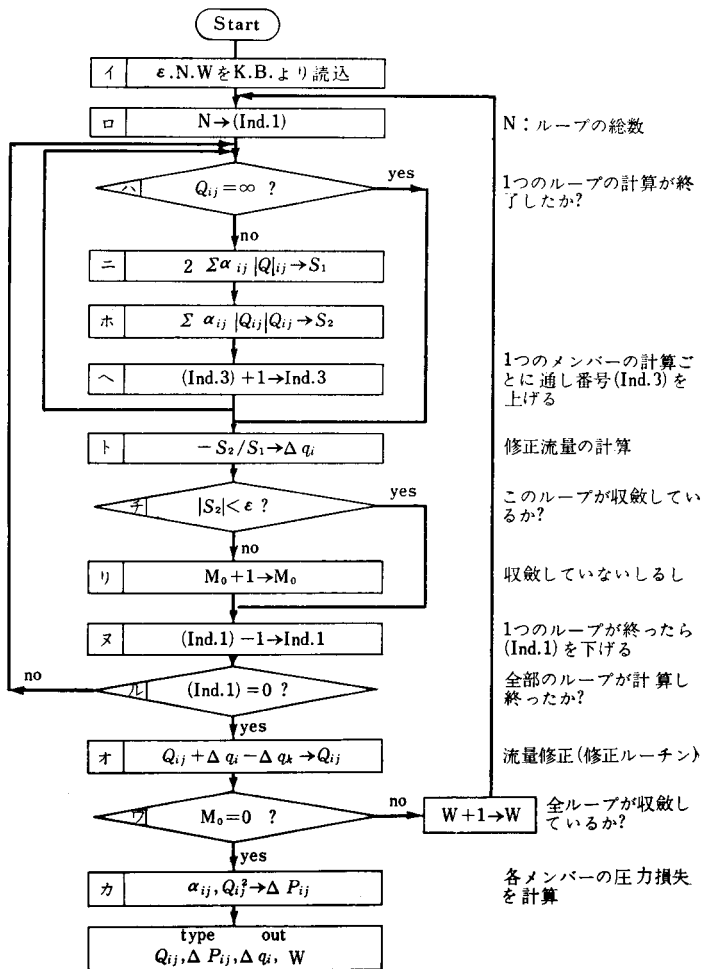
$$\Delta q_i = \frac{\sum_j \alpha_{ij} Q_{ij} |Q_{ij}|}{2 \sum_j \alpha_{ij} |Q_{ij}|} \quad (5)$$

ここで { サフィックス i : ループ番号
 " j : 各ループごとのメンバー番号
 Q_{ij} の符号は閉ループの時計まわりを正とする.

(5) 式で求めた修正流量により, 先に仮定した流量を修正する. 修正後さらに (5) 式より修正流量を計算し, 修正をくりかえし収斂するまで続ける.

ループ数が少ない場合, 上の方式により筆算で行なうことも可能であるが, 少しループ数が多くなると殆んど人力(筆算)によることは不可能となってくる.

現在の大阪南部地区では, ループ数 21, メンバー約 150, 大阪北部地区でループ数 32. メンバー数約 300 である. そこで, われわれはこれを電子計算機により計算することにした.



第 1 図 フローチャート

〔注〕 上記デジタル計算機による解析方法の外に, アナログ型式のシミュレータを用いる方法がある.

これは $E=RI^{0.85}$ の特性を持つ Fluistor (電球) を用いるもの (Mc Ilroy 導管網解析器), $E=RI^2$

の近似接線の特性を持つように二極真空管あるいはトランジスターを組み合わせる方法（横河電機製流体網解折器）等がある。しかしアナログ型式は高価であり、他目的に使用できないため、中圧導管網のようにエレメントを数多く必要とするものには向かないものと考えられる。

4. 計算結果

年度別の中圧ガス送出量は第2図の如く計算された。

この結果を用いて、中高圧併用圧送の利益を求めると第3図のようになる。

第2図より昭和41年迄は、中高圧供給方式は不利であるが、昭和41年以降有利となり、結局昭和52年迄考えれば相当の利益を得ることになる。

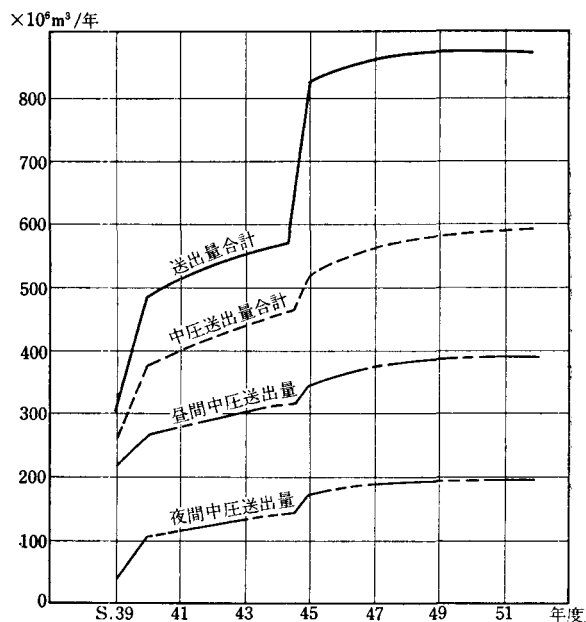
〔追記〕

本報告に使用している数字（データ）は、この検討を行なった時期（昭36年初頭）における値であり、現在、多少変更されているものがある。

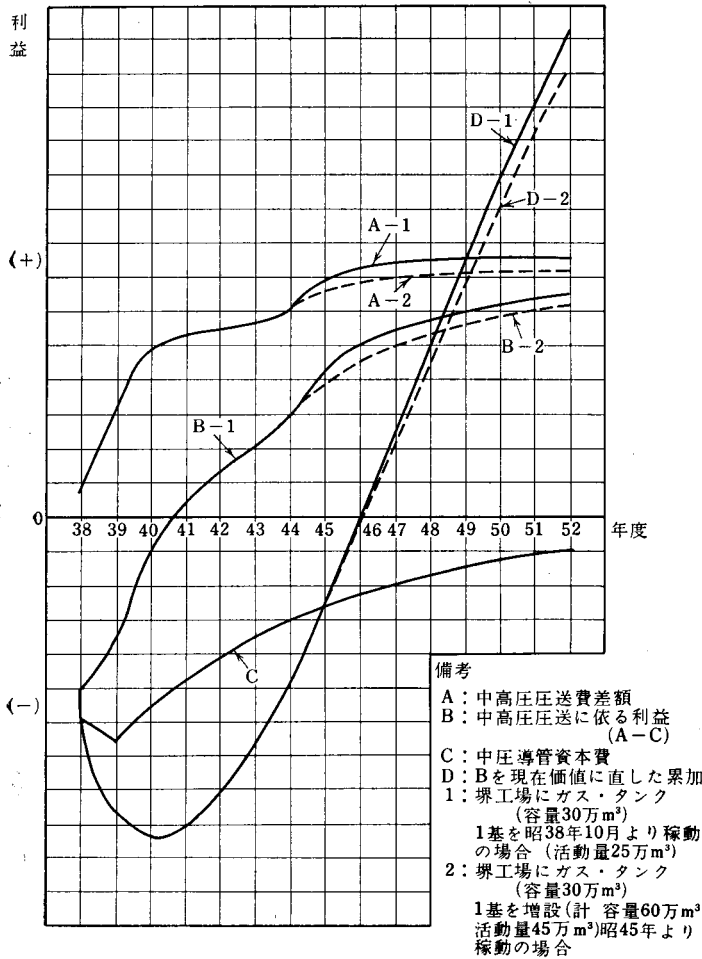
なお、詳細については下記資料を参照していただきたい。

- ・堺工場のガス供給方法の検討
（昭36.5.8 大阪瓦斯）
- ・導管網解折のための電子計算機の使用法
（昭37.2.17 大阪瓦斯）
- ・電子計算機による導管網圧力計算
（日本瓦斯協会誌第15巻第1号）

（東邦瓦斯 井戸義博氏）



第2図 年度別中圧送出量



第3図 中高圧併用圧送による利益

お知らせ

日本オペレーションズ・リサーチ学会

1963年度総会及び研究発表会について

1. 1963年度総会を次のとおり開催しました。

詳細は次号に。

(1) 総会

(イ) 日時 5月9日(木) 10時~12時

(ロ) 場所 成蹊大学(武蔵野市吉祥寺)

(2) 研究発表会

(イ) 日時 5月9日(木) 13時~17時

5月10日(金) 9時~16時

(ロ) 場所 成蹊大学

(3) シンポジウム(ORとは如何にあるべきか)

(イ) 日時 5月10日(金) 16時~18時

(ロ) 場所 同上

(4) 懇親会

(イ) 日時 5月9日(木) 17時~19時

(ロ) 場所 同上

(ハ) 会費 700円

(5) 見学会

(イ) 日時 5月11日(土)

(ロ) 場所 鉄道技術研究所と東海道新幹線試乗

(ハ) 会費 300円