

II-85 線型計画法による工業用水取得計画について

京都大学工学部 正員 工修 住友 恒

1. 概説. 一口に工業用水といっても冷却用、ボイラー用など種々の用途があるところからそれらに必要とされる水質も千差万別である。しかるにこれらすべての用途のために共通した水質の工業用水を供給し、これを利用することはある用途から考えれば十分すぎることもありうるわけである。したがってコンビナートを含む大集約工業地帯における工業用水取得法としては無批判に工業用水道を利用するよりも独目に用水取得計画を立て、用途別給水も十分考慮するべきであろう。こういった考え方は、コンビナート造成が活発化してくるとともに工業用水道建設の促進されつつある今日特に再考され、常に経済的な観点からこれを検討しなければならない。そこで工業用水取得法の、経済的最適計画のおこない方について以下簡単に説明するとともに、実例として某臨海工業地帯の工業用水取得計画についてその結果を記す。

2. 工業用水取得計画について. 問題を簡略化して線型計画法により以下考察する。ある工業用水需要地において必要とする用水をいろいろの水源から処理送水し必要水量を満したいとき、各々どの程度の水質にまで処理したどの程度の水量をどのように組合せ取水すれば最も経済的であるかを考えてみる。

工業用水の用途として長種の用途が考えられ、 i 個の水源が利用可能と考えられるとき、用途長 i の用水として得る水(水量 X_{ik})は i 個の水源より次のように決定されるべきである。

A_{ijk} = 用途長 i のために水源 k より取得する水の水中に含まれている水質項目 j の値。

A_{ojk} = 用途長 i のために必要な水質項目 j の制限値。

X_{ik} = 用途長 i に供給する水源 k からの水量。 X_k = 用途長 i の必要水量

X_{ik}^* = 用途長 i のための水源 k からの供給可能最大水量。 C_{ik} = X_{ik} の用水単位コスト

以上のように各記号を定めるとき、次の(1)式から(3)式の制約式を満たしながら(4)式の目標関数 Z を最小にするような X_{ik} を決定することこそ最も経済的な用水取得法といえよう。

$$\text{(制約式)} \quad X_k = \sum_{i=1}^{i=k} X_{ik} \quad \text{----- (1)} \quad X_{ik}^* \geq X_{ik} \geq 0 \quad \text{----- (2)}$$

$$\left. \begin{aligned} & a_{11k} X_{1k} + a_{21k} X_{2k} + \text{-----} + a_{i1k} X_{ik} \leq a_{o1k} X_k \\ & a_{12k} X_{1k} + a_{22k} X_{2k} + \text{-----} + a_{i2k} X_{ik} \leq a_{o2k} X_k \\ & \text{-----} \\ & a_{1jk} X_{1k} + a_{2jk} X_{2k} + \text{-----} + a_{ijk} X_{ik} \leq a_{ojk} X_k \end{aligned} \right\} \quad \text{----- (3)}$$

$$\text{(目的関数)} \quad Z = \sum_{i=1}^{i=k} C_{ik} X_{ik}$$

以上の計算を各々の目的に依じて各係数を定め用途の数 i 回計算し、解法はシンプレックス法によって容易に解くことができる。ただし C_{ik} は一般に X_{ik} に依じて変化するのので一般の線型計画法におけるごとく定数とは定めがたいので適当に X_{ik} の範囲分けを行いその一範囲内で定数と定めてゆく必要がある。また、 X_{ik}^* の決定も数学的に解くには試算法によるなければならないので非常に手数が必要となる。だから全体の計画と各水源の供給能力

ら判断してきめるとか講演時に説明するような方法が必要である。

次に以上と同じ目的の用水取得計画の別解法として輸送問題解法による計画法を記すが、これは前記方法のごとく精度の高い水質的保証をえることはできないけれども、1回の簡単な計算によって容易に結果をえることができるのが特徴といえよう。すなわち(5)(6)式の制約式のもとに(7)式の目的関数 Z を最小にするような X_{ik} を決定するのである。

$$(\text{制約式}) \quad X_k = \sum_{i=1}^{i=k} X_{ik}, \quad X_{ik} \geq 0 \quad \text{-----(5)} \quad X_i^* \geq \sum_{k=1}^{k=k} X_{ik} \quad \text{------(6)}$$

ただし X_i^* は水源 i の供給可能最大水量で X_{ik}^* とは異なる。

$$(\text{目的関数}) \quad Z = \sum_{i=1}^{i=k} \sum_{k=1}^{k=k} C_{ik} X_{ik} \quad \text{------(7)}$$

3. 実例：某臨海工業地帯の工業用水取得計画

某臨海工業地帯における使用水量を調査した結果、飲料その他上質水 47,100 m^3 、ボイラ用水 18,200 m^3 、直接冷却洗濯その他用水 527,600 m^3 、間接冷却用水 947,300 m^3 、合計 1,540,600 m^3 と推定された。ただし冷却用水を直接・間接に二分したのは製品に直接接触して冷却を行うものか否かによって区別した。

そこでこの各用途別水量をいかに取水するべきかについて上記計画法によってこれを検討した。

水源としてはその立地条件から上水道、工業用水道、河川水、海水、回收水とし、各 C_{ik} の決定に当ってはかなり精度の高い見積設計を実施してこれを決定した。計算の結果上表に示すような結果をえることができたがこの計画は既存計画よりもかなり経済的であることを認めることができた。

用途	水源・処理	水量(m^3)	金額(円)
飲料・その他	河川・沈殿・ろ過・殺菌	30,000	294,000
	工業用水道・ろ過・殺菌	17,100	200,000
ボイラー用	工業用水道・ろ過・軟化	18,200	255,000
直接冷却用	工業用水道	351,700	3,517,000
	回收水	175,900	299,000
間接冷却用	海水・塩ソー注入	947,300	1,420,000
合 計		1,540,200	5,985,000

4. 結語。 以上、考え方、計算方法、実例の概要のみを記したがこれから明らかにように計算方法は線型計画法の一応用例にすぎず、非常に簡単なものといえよう。しかし実例の結果からも認められるように工業用水の取得に当っては、単に取得の容易さのみに左右されないで上記の計画法など、常に経済的に最適な方法で決定されなければならないことを明らかにした。