

線型計画法에 의한 輸送計劃

李 俊 容
 <韓國經營指導協會 研究委員>

表 1 交通手段別 基本運賃比較表
 (3級品 基準)

序 論

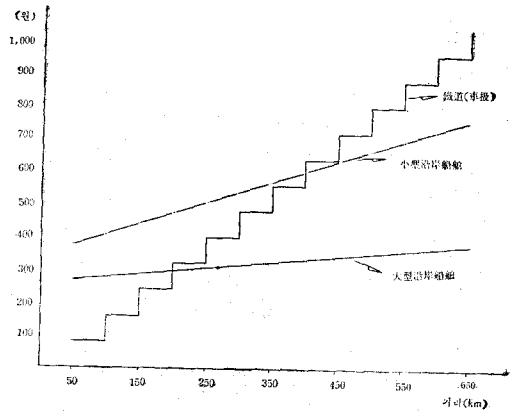
輸送問題에 있어 線型計画法(Linear Programming)의 適用은 線型計画法의 發展過程에서 자주 論議되어온 事項이다. 즉 輸送問題에의 線型計画法適用의 初期段階는 多數의 原料工場에서 多數의 製品工場에 同一한 原料를 供給할 경우 總輸送費를 가장 低廉하게 할 수 있는 輸送方法의 立案이 였었다. 그러나 以後 線型計画法의 適用은 輸送問題 뿐만 아니라 生産管理部門에 廣範圍하게 適用되고 있다.

이러한 線型計画法을 「시멘트」工業의 輸送問題에 適用할 경우 研究對象이 되는 것은 多數의 消費地에 多數의 輸送手段을 利用하여 시멘트를 配分하고자 할때 總輸送費를 最小化할 수 있는 輸送手段의 選擇問題로 歸着된다. 그러나 「시멘트」工業에서의 線型計画法 適用에는 다음과 같은 問題點을 內包하고 있다.

① 名目上의 輸送手段別 運賃(基本運賃)은 長距離의 경우 鐵道가 越等히 低廉하다. <表 1>에 의하면 交通部 告示料率에 있어 鐵道가 沿岸輸送보다 높은 것으로 나타나고 있으나 實際運賃은 鐵道가 低廉하다. 이는 端的으로 現在 國內 輸送業界의 混亂狀을 나타내는 것으로 解釋된다.

② 「시멘트」工業의 立地는 原料產地 依存型 立地로 輸送手段의 選擇에 多樣性을 가지기 困難하다.

③ 아직도 國內 交通手段은 各各의 機能을 充分히 發揮하고 있지 못하다. 즉 交通市場에서의



競爭體制가 確立되고 있지 않다.

그러나 <表 2>에서 보는 바와 같이 「시멘트」 輸送機關의 分擔率에 있어 점차로 鐵道輸送의 限界性이 나타나는 反面 沿岸輸送의 比重이 增大되고 있으며 道路輸送에 있어 將來 擴大 可能性을 보이고 있다. 또한 輸送費用의 分析에

<表 2> 시멘트의 輸送手段別 分擔率

年度	鐵道	自動車	船 舶	合 計
1965	88.3	7.3	4.4	100.0%
1966	86.6	9.7	3.7	100.0
1967	86.8	7.1	6.1	100.0
1968	83.5	7.6	8.9	100.0
1969	68.9	3.5	27.6	100.0

資料: 韓國洋灰工業協會刊, 「시멘트」誌 1970年 2月號

있어서는 名目上의 運賃率보다 輸送過程에서 發生되는 諸般 附帶費用 및 輸送手段에 따른 便益 (Benefit)도 고려에 넣어야 하며 이는 「시멘트」 工業에서도 線型計劃法의 適用에 의한 輸送計劃의 立案을 可能케 하는 것이다.

輸送技法(Transportation Technique)

線型計劃法中 輸送問題의 解決에 이용될 수 있는 技法은 輸送技法(Transportation Technique), 單體表法(Simplex method), MODI法(Modified Distribution Method) 등이 있으나 本稿에서는 輸送技法을 中心으로 說明하고자 한다.

지금 어떤 「시멘트」工場의 製品을 A.B.C.D.E의 5個 地域에 供給하고 各 消費地에의 輸送手段은 鐵道, 道路, 海送의 세가지 方法이 可能하다고 假定한다, 이때 各各의 消費地는 道別로 나타낼 수 있다, 또한 輸送手段에 있어서도 좀더 細分하여 輸送「터미널」에서 最終 消費地까지의 運送方法, 生産地에서 輸送「터미널」까지의 運送方法 등에 따라 區分될 수도 있다.

즉 鐵道나 道路만에 의한 輸送이 可能할 경우에도 輸送方法의 細分化에 의하여 最低輸送費計劃을 立案하는데 이 技法을 適用할 수 있다.

먼저 위의 假定에 의한 輸送手段別 消費地까지의 袋當輸送費를 <表 3>과 같다고 한다.

<表 3> 袋當 輸送費 (單位: 원)

消費地		區 分				
		A	B	C	D	E
鐵 道		-4	-1	-3	-4	-4
道 路		-2	-3	-2	-2	-3
沿 岸		-3	-5	-2	-4	-4

但 <表 3>에 提示된 數値는 實績資料의 求得難과 計算의 便宜上 假定된 數値이나 다음의 要因들을 包含한 數字로 看做한다.

- ① 輸送에 따른 基本運賃(line-haul cost)
- ② 集貨, 配達料 등 「터미널, 코스트」
- ③ 運搬中의 減損量

<表 3>에서 (-)符號를 붙인 것은 費用支出을 意味하는 表記方式에 不過하다. 또한 消費地別 需要量은,

- A地域: 22
- B地域: 45
- C地域: 20
- D地域: 18
- E地域: 30

이라 하고(이때 單位는 Ton 또는 袋當으로 表示될 수 있으나 表1의 費用이 袋當으로 表示되고 있으므로 消費量도 袋當으로 나타내는 것이 合理的이다) 輸送手段別 輸送可能量은

- 鐵道: 60
- 道路: 35
- 沿岸: 40

이라고 假定한다. 즉 輸送手段에서의 輸送可能量은 1日 貨車配定量, 契約船復量 등이 된다.

이상과 같은 資料에 依하여 第1段階 수송계획을 立案할 수 있으며 이는 Northeast Corner 法에 의하여 결정하게 된다. 이法은 수송수단과 소비지별 需要量과의 關係에서 作成되는 것으로 鐵道の 水송可能量 60은 소비지 A의 22와 B의 38을 水송할 수 있고 B의 殘餘 需要量 7은 다음의 利用可能한 道路에 의하여 水송된다고 본다. 또한 道路輸送의 殘餘 能力 28(35-7=28)은 消費地 C의 20, D의 8을 輸送할 수 있고 海送으로는 D의 10과 E의 30이란 數量을 輸送할 수 있다고 본다. 이러한 輸送手段別 配分은 輸送技法의 初期段階 解法으로서 이 計劃에는 輸送費를 考慮하지 않은 단순한 輸送計劃인 것이다. 이를 輸送技法에서는 第1段階 輸送計劃이라 하며 이는 다음 計劃樹立의 始發點이 되는 것이다.

<表 4> 1 段階 輸送計劃

消費地		區 分					輸送能力
		A	B	C	D	E	
鐵 道	②	③	⋮	⋮	⋮	60	
道 路		⑦	⋮	②	⑧	35	
海 送				⑩	⋮	40	
需要量		22	45	20	18	30	

제1단계 水송계획이 最通輸送計劃인가 아닌가를 판단하기 위하여는 <表 4> 中の 各 空欄의 數値를 評價하게 되는 바 먼저 <表 4>中 ▼票가 있는 欄의 數値를 評價하는 方法을 살펴보면

다음과 같다.

① 票空欄에서 水平方向으로 보아 ○으로 표시된 數字와 만나도록 한다.

② ○으로 표시된 數字와의 交叉欄에서 다시 垂直方向으로 이동할 수 있고 垂直方向에서의 ○欄에서 다시 水平으로 移動이 可能하다.

③ 이상과 같이 처음 水平, 다음 垂直, 그다음 水平 등의 이동에 따라 原位置로 돌아올 수 있는 移動經路를 만들 수 있다.

④ 이러한 移動經路가 決定되면 方向轉換이 이루어지는 欄의 順序에 따라 (+), (-), (+), (-)의 符號가 決定되고 이 經路에 따라 ▼票欄의 數直를 求하게 된다.

즉, <表 4>의 經路에 따라 <表 3>의 輸送費를 (+)(-)에 따라 合하면

$+(-1)-(-3)+(-2)=0$ 이 된다. 이 合計值에서 ▼票欄의 輸送費를 뺀 數字가 ▼票欄의 數值(評價值라고도 함)가 되며 ▼票空欄은 $0-(-3)=3$ 이 된다.

이러한 評價方法에 따라 <表 4>의 各 空欄의 評價值를 求하면 <表 5>와 같다.

<表 5>

消費地		區分				
		A	B	C	D	E
鐵道 道路 海送	鐵道	②	⑧	3	4	4
	道路	-4	⑦	②	⑧	1
	海送	★-5	0	-2	⑩	⑩

<表 5>의 評價值中 가장 적은 數字는 -5이고 이 數字가 計算된 移動方向은 <表 5>에 보이고 있다. 이 移動方向에서 ○으로 표시된 + 符號 數字中 가장 적은 數를 擇하여 -5欄에 이동시키고 需要量, 輸送量 등을 再調整한 것이 1

<表 6> 2 段階 輸送計劃

消費地		區分					
		A	B	C	D	E	
鐵道	鐵道	⑬	④			60	
道路	道路			②	⑬	35	
海送	海送	⑦			③	⑩	40
需要量	需要量	22	45	20	18	30	

段階 輸送계획보다는 輸送費가 低廉한 2단계 輸送계획이 되는 것이다. <表 6 參照>. 이 2단계 輸送계획이 1단계 輸送계획보다 輸送費가 적게 드는가 아닌가를 判別하기 위하여는 各 輸送計劃案(1단계, 2단계 輸送계획)에 輸送費를 合해 봄으로써 쉽게 알 수 있다.

제2단계 輸送계획이 1단계 輸送계획보다 輸送費用面에서 有利한 計劃임은 쉽게 判斷될 수 있으나 제2단계 輸送計劃이 最適計劃(輸送費 最小計劃)인지 아닌지는 分別하기 困難하다. 이를 判斷하기 위하여는 1단계 輸送계획에서 2단계 輸送계획을 誘導한 同一한 方法으로 다시 空欄을 評價하고 評價值中 最小值를 擇하여 2단계 計劃을 修正하지 않으면 안된다. 이러한 方法에 의한 空欄의 評價值中 (-)符號의 數字가 나타나지 않을때 비로써 그 計劃은 最小費用計劃인 最適計劃이 되는 것이다.

2단계 輸送計劃表中 空欄의 數值를 求해 보면 <表 7>과 같고 이 表中 가장 적은 陰數는 ★票의 -2가 되고 따라서 더 좋은 輸送計劃案이 存在함을 알 수 있다 (<表 7> 中 -2는 2個 欄에서 나타나고 있으며 이중 어느 쪽을 擇하는가 하는 것은 結果的으로 問題가 되지 않으므로 어느 한쪽을 任意로 選擇할 수 있다.

<表 7>

消費地		區分				
		A	B	C	D	E
鐵道	鐵道	⑬	④	-2	-1	-1
道路	道路	1	5	②	⑬	1
海送	海送	⑦	5	★-2	③	⑩

따라서 2段階 輸送計劃을 算出하는 方法과 同一한 方法으로 計算된 3段階 輸送計劃은 <表 8>과 같다.

<表 8> 3 段階 輸送計劃

消費地		區分				
		A	B	C	D	E
鐵道	鐵道	⑬	④	0	1	-1
道路	道路	★-1	3	⑦	⑬	-1
海送	海送	⑦	5	③	2	⑩

<表 9> 4段階 輸送計劃

消費地		消費地				
		A	B	C	D	E
區分						
鐵道		⑮	④⑤	-1	0	★-2
道路		⑦	4	⑩	⑱	-1
海送		1	6	⑩	2	⑳

<表 10> 5段階 輸送計劃

消費地		消費地				
		A	B	C	D	E
區分						
鐵道		⑤	④⑤	1	0	⑩
道路		⑰	4	2	⑱	1
海送		★-1	4	⑳	0	㉑

<表 11> 最適輸送計劃

消費地		消費地					輸送能力
		A	B	C	D	E	
區分							
鐵道		1	④⑤	1	1	⑮	60
道路		⑰	3	1	⑱	0	35
海送		⑤	4	⑳	1	⑮	40
需要量		22	45	20	18	30	

<表 8>의 3段階 輸送計劃 또한 空欄의 評價值에 陰數가 있으므로 이를 同一한 方法에 依하여 順次的으로 發展시켜 나가면 <表 11>과 같은 最適輸送計劃이 誘導된다.

<表 11>은 各 空欄의 評價值에 陰數가 없으므로 最適計劃이 되는 것이며 이 最適計劃은

消費地 A: 道路輸送(17) 및 海送(5)

◇ B: 鐵道輸送(45)

◇ C: 海送(20)

◇ D: 道路輸送(18)

◇ E: 鐵道輸送(15), 海送(15)

의 方法으로 시멘트를 輸送하는 것이 輸送費를 最小化하는 方法임을 提示하는 것이다.

輸送技法에 있어 以上과 같은 圖表上的 計算過程은 깊은 數理的 理論에 뒷받침되고 있다. 또한 空欄의 評價值中 陰數가 存在할 때 좀더 나은 計劃이 存在한다는 것은 輸送의 限界費用이 낮은 輸送手段이 있다는 것을 表示하는 것이기 때문이다.

結 論

線型計劃法은 그 自身이 가지는 몇가지 短點이 있기는 하나 널리 活用되고 있는 方法이다. 예를 들어 航空機의 機種別 運航原價에 따른 特定 航路에의 適正機種 配置問題에도 이 方法이 利用될 수 있다.

시멘트工業의 輸送問題에 이 方法을 適用하고자 試圖할 경우 다음의 몇가지 事項에 留意할 必要가 있다.

첫째 各種 輸送手段 및 輸送方法에 따른 正確한 原價가 算定되어야 한다.

둘째 輸送原價의 算定에는 단순한 發生原價뿐 아니라 機會原價 까지도 包含시킴으로써 效果的인 輸送計劃을 세울 수 있다.

셋째 輸送段階가 많으면 有形無形의 음성적 輸送費用이 소요되고 따라서 輸送時間의 長短은 事實上 總體的인 運賃에 影響을 미친다. 따라서 輸送時間의 長短도 費用化되어 輸送費用의 手段別 算定에 包含되어야 한다.

또한 線型計劃法은 「시멘트」工業의 個個 工場에서 뿐만 아니라 國內 「시멘트」工業의 全體的인 立場에서(一種의 시멘트 共販體制) 輸送計劃을 立案할 수도 있는 것이다. 특히 韓國에서도 電子計算機 등의 導入에 依한 經營의 機械化가 一部 實施中에 있으며 이러한 經營의 機械化는 線型計劃法과 같은 各種 經營技法의 活用을 促進하게 될 것으로 思料된다.

『숨은 간첩 찾아내고 자수간첩 도와주자』