

(特) (別) (寄) (稿)

線型計劃에 의한

시멘트의 輸送計劃 樹立

~ 最高輸送網形成에 의한 輸送費節減效果分析을 中心으로 ~

孫 明 煥

<서울商大韓國貿易研究所研究員>

筆 者 註

- ◆.....韓國貿易研究所에서는 1971 년도에 「主要輸出入商品의 輸送需要豫測과 輸送費.....◆
- ◆.....節減方案에 관한 研究」라는 보고서에서 우리나라에서는 처음으로 시멘트, 尿素.....◆
- ◆.....肥料, 油類, 木材의 네가지 重量品에 대해서 總輸送費를 極少化시키는 線型計.....◆
- ◆.....劃模型(linear programming model)을 설정하여 最適輸送網을 구하고 輸送費의.....◆
- ◆.....節減效果를 분석한 바 있다. 本稿는 이 보고서 가운데 시멘트에 해당하는 부분.....◆
- ◆.....만을 拔萃·要約한 것이다.....◆

1. 序

요즈음 우리는 소위「經營合理化」云云하는 말에 자주 접하게 되면서도 그 합리화를 위해서는 企業이 어떤 부문에 손을 써서 구체적으로 어떻게 하는 것이 과연 합리화인가 하는 물음에 부딪치게 되면 흔히 當惑하게 되는 것이 보통이다.

本稿에서 叙述코자 하는 線型計劃問題를 企業의 經營에 도입하여 이를 적용하는 것도 말만에 그치는 것이 아닌 좀더 구체적이고 실천적인 의미에서의 합리화를 위한 한 방법이 아닌가 생각된다.

線型計劃(linear programming)은 원래 數學者 단찌히(George B. Dantzig)가 軍事戰略上的 필요에서 1947년 그 一般解法을 발견한 이후 널리 보급되기 시작한 數學的 方法이다. 전형적인 線型計劃의 문제로 되고 있는 것은 輸送費를 極少化시키는 輸送計劃(즉 地域間 最適輸送網)의 작성과 企業利潤을 極大化시키기 위한 生産計劃

(原料投入과 產出量間의)의 수립이 그것이다.

특히 근래 電子計算機에 의한 資料處理能力과 計算能力의 확대는 이 線型計劃法의 실천적 의미를 배가시키고 있다. 그럼에도 불구하고 아직까지는 우리나라의 企業이 輸送計劃의 작성을 위하여 이 線型計劃法을 導入·適用한 예는 없었다. 本稿는 이러한 점을 감안하여 시멘트 業界에서 輸送費를 절감시키는 輸送計劃의 작성에도움이 될 수 있도록, 1970년 시멘트의 工場別·地域別 輸送實績을 기초로 하여 ① 이의 資料處理過程 ② 模型의 定義 ③ 計算結果 ④ 最適輸送網의 설정 및 節減效果의 산출 ⑤ 定立된 模型의 修正可能性의 순서로 저술함으로써 業界의 經營合理化에 一助가 되었으면 한다.

2. 實績 O·D表의 作成

1) 시멘트의 輸送現況

우리나라 시멘트의 輸送手段別 分擔率 推移를 보면 압도적인 비중을 점했던 철도에서 점차 公

路 및 沿岸海送의 비중이 상대적으로 커져가는 경향을 엿볼 수 있다(<表-1>參照).

이러한 鐵道の 分擔率 감소 경향은 主要産業線(嶺東·太白·中央線)의 輸送能力의 制約에 기인하고 있다.

한편 시멘트 生産工場은 현재 分工場을 제외 하면 8 개로서 대체로 原料依存型 立地分布를 보이고 있어 지역적으로 집중되어 있다. 다만 雙龍洋灰의 경우 生産工場外에 전국 主要消費地에 2개의 紛碎工場과 3개의 供給工場을 갖고 있어 東海 및 寧越의 本工場에서 5個의 分工場으로 크링카나 bulk 시멘트 형태의 半製品을 鐵道 또는 船舶으로 移送하고 여기서 가공을 거친 뒤에 소비지에 공급하는 특이한 輸送體系를 갖고 있는데 이는 盛需期의 輸送 隘路를 타개하여 適期供給을 꾀하기 위한 經營戰略에서 緣由했던 것으로 보인다.

2) 輸送量 O·D 表¹⁾

O·D 表의 作成에 있어서 發地(origin)는 各 生産工場으로 하였으며(단, 雙龍의 경우 北坪, 寧越의 2個 本工場뿐만 아니라 5個의 分工場도 發地로 보았음), 差地의 地域區分은 현재 시멘트의 地域統計가 道別로 되어 있으므로 道別로 하였다. 다만 輸送單價 推定時 道別 中心地點은 地域內의 가장 큰 需要都市(대개는 道廳所在地)를 基準地點으로 설정하였으며 따라서 第2次 輸送인 中心地點에서 同一域內의 輸送問題는 考慮外로 하였다.

모든 O·D 間의 輸送量과 輸送費單價는 全業體에 대한 面接調查에서 얻어진 數値를 사용했으며, 實績値가 없거나 求得이 불가능하였을 경

우에 한하여 추정하였다.

우선 조사된 輸送量을 整理·推定한 방법은 다음과 같다.

① 雙龍

各 輸送手段別, 地域別 輸送實績을 그대로 사용했으나 本工場에서 分工場에 移送된 크링카나 bulk 시멘트의 移送量은 제외하였다.

② 東洋

各 輸送手段別, 地域別 販賣實績을 輸送量으로 보았다.

③ 大韓

1970. 11~1971. 10 까지의 輸送手段別, 地域別 輸送計劃(大韓洋灰案)의 配分比를 구하고 이를 1970년 大韓洋灰製品의 地域別消費實績에 乘하여 輸送量을 추정하였다.

④ 韓一, 星信, 現代, 忠北

輸送手段別, 地域別 輸送量에 관한 統計作業이 없었기 때문에 實查에서 地域別 輸送手段의 分擔率을 조사하여 이를 각 會社別·地域別 消費實績에 적용하여 輸送量을 추정하였다.

⑤ 各 會社別 輸出(軍納 포함)

工場에서 船積港까지를 O·D 間의 輸送量으로 보아 이를 內需量에 첨가시켰다.

⑥ 鐵道, 道路, 船舶의 輸送量 O·D 表를 각각 합친 것이 總輸送量 O·D 表이다.

이러한 기준에서 1970년 시멘트의 輸送手段別 輸送量의 O·D 表를 작성하여 보면 다음의 <表-2>, <表-3>, <表-4>, <表-5>와 같게 된다.

<表-1>

시멘트의 輸送實績

單位 {數量: 千噸
比率: %}

區分 年 度	鐵 道 (A)		公 路 (B)		海 送 (C)		計 (D)
	數 量	(A/D)	數 量	(B/D)	數 量	(C/D)	
1965	1,422,581	88.3	118,349	7.4	69,900	4.3	1,610,830
1966	1,625,875	86.6	183,341	9.8	68,764	3.7	1,877,980
1967	2,111,178	86.8	173,516	7.1	147,382	6.1	2,432,076
1968	2,954,125	83.5	269,961	7.6	409,198	11.6	3,536,587
1969	3,178,509	68.9	162,796	3.5	1,270,881	27.6	4,612,186
1970	2,772,336	52.6	892,099	16.9	1,602,280	30.4	5,266,715

資料: 韓國洋灰工業協會

<表-2>

1970 年 시멘트의 鐵道輸送量 O·D 表

(單位: %)

Destination Origin	서 울	京 畿	江 原	忠 北	忠 南	全 北	全 南	慶 北	慶 南	計
北 坪(東海)	167,716	10,253	250,032	2,364	2,172	5,654	926	50,324	5,415	494,856
寧 越	95,535	16,227	31,014	5,417	3,503	297	1,159	4,188	4,851	162,191
倉 洞	—	2,291	297	—	2,917	439	—	—	—	5,944
大 田	—	2,451	—	7,241	27,526	27,069	583	9,991	1,776	76,637
麗 水	—	—	—	—	—	55,539	116,966	—	19,580	192,085
釜 山	—	—	—	—	—	—	80	575	29,229	29,884
三 陟(東洋)	184,976	31,989	35,072	2,505	17,610	7,484	10,150	29,830	20,740	340,356
聞 慶(大韓)	156,909	18,615	25,180	—	440	17,545	8,634	2,064	15,841	245,226
丹 陽(韓一)	275,745	32,713	44,250	7,218	35,471	31,956	9,872	67,236	58,966	563,427
丹 陽(星信)	313,962	37,247	50,383	6,203	20,615	12,446	11,253	17,988	48,951	519,048
堤 川(現代)	117,841	6,907	6,204	2,072	814	—	1,544	4,508	56,760	196,650
堤 川(忠北)	156,374	18,551	25,094	3,997	12,674	12,713	31,505	13,232	22,500	296,640
計	1,469,058	177,244	467,526	37,017	123,742	171,142	192,672	199,934	284,609	3,122,944

<表-3>

1970 年 시멘트 公路輸送量 O·D 表

(單位: %)

Destination Origin	서 울	京 畿	江 原	忠 北	忠 南	全 北	全 南	慶 北	慶 南	計
北 坪(東海)	—	—	9,164	—	—	—	—	—	—	9,164
寧 越	—	—	10,688	4,516	—	—	—	1,119	—	16,323
倉 洞	510,545	12,650	—	—	—	—	—	—	—	523,195
大 田	9,155	—	—	9,910	93,455	3,629	—	120	—	116,269
麗 水	—	—	—	—	—	714	47,455	—	—	48,169
釜 山	—	—	—	—	—	—	—	—	255,989	255,989
蔚 山	—	—	—	—	—	—	—	41,507	143,346	184,853
三 陟(東洋)	—	—	8,697	—	—	—	—	3,801	—	12,498
聞 慶(大韓)	30,983	7,541	21,806	11,040	13,499	5,848	—	42,962	15,849	149,528
丹 陽(韓一)	54,449	13,252	38,326	13,404	11,824	—	—	44,824	2,245	178,324
丹 陽(星信)	61,863	15,088	43,632	11,519	16,866	2,196	1,250	14,717	12,984	180,115
堤 川(現代)	6,202	10,360	24,815	18,649	7,323	—	—	18,034	—	85,383
堤 川(忠北)	30,878	7,515	21,732	9,325	29,574	1,413	3,501	10,826	—	114,764
計	704,075	66,406	178,860	78,363	172,541	13,800	52,206	177,910	430,413	1,874,574

<表-4>

1970 年 시멘트 沿岸海送輸送量 O·D 表

(單位: %)

Destination Origin	江 原	全 北	全 南	慶 北	慶 南	濟 州	計
墨 湖(東海)	3,501	—	12,132	23,420	35,713	26,977	101,743
麗 水	—	1,416	57,734	—	13,212	548	72,910
三 陟	13,240	1,279	26,355	2,475	411,106	24,835	479,290
計	16,741	2,695	96,221	25,895	460,031	52,360	653,943

<表-5>

1970년 시멘트 總輸送量 O·D 表

(單位:噸)

Destination Origin	시 울	京畿	江原	忠北	忠南	全北	全南	慶北	慶南	濟州	計
北坪(東海)	167,716	10,253	262,697	2,364	2,172	5,654	13,058	73,744	41,128	26,977	605,763
寧越	95,535	16,227	41,702	9,933	3,503	297	1,159	5,307	4,851	—	178,514
倉洞	510,545	14,941	297	—	2,917	439	—	—	—	—	529,139
大田	9,155	2,451	—	17,151	120,981	30,698	583	10,111	1,776	548	192,906
麗水	—	—	—	—	—	57,669	222,155	—	32,792	—	313,164
釜山	—	—	—	—	—	—	80	575	285,218	—	285,873
蔚山	—	—	—	—	—	—	—	41,507	143,346	24,835	184,853
三陟(東洋)	184,976	31,989	57,009	2,505	17,610	8,763	36,505	36,106	431,846	—	832,144
聞慶(大韓)	187,892	26,156	46,986	11,040	13,939	23,393	8,634	45,026	31,690	—	394,754
丹陽(韓一)	330,194	45,965	82,576	20,622	47,295	31,956	9,872	112,060	61,211	—	741,751
丹陽(星信)	375,825	52,335	94,015	17,722	37,481	14,642	12,503	32,705	61,935	—	699,163
堤川(現代)	124,043	17,267	31,019	20,721	8,137	—	1,544	22,542	56,760	—	282,033
堤川(忠北)	187,252	26,066	46,826	13,322	42,248	14,126	35,006	24,058	22,500	—	411,404
計	2,173,133	243,650	663,127	45,380	296,283	187,637	341,099	403,739	1,175,053	52,360	5,651,461

3) O·D 間의 輸送單價 算定

① 鐵道

i) 雙龍洋灰의 경우

1971년 상반기 雙龍洋灰의 O·D 間의 實績輸送單價(總輸送費/總輸送噸數로서 着地의 上·下車料는 제외된 것임)에다 着地의 上·下車料 ㎴當 219.29 원(袋當 9.35 원)을 加算했다(단, 分工場의 實績輸送單價는 移送費가 포함된 것임). 다만 實績이 없었던 O·D 間의 輸送費는 다음에 설명하는 他會社의 輸送單價 추정과 方法을 같이하였다.

ii) 他會社의 경우

實績輸送單價에 관한 資料가 없어 추정이 불가피하였다. 즉 鐵道運賃은 1區間(50 km)에 ㎴當 80.75 원이므로 각 O·D 間의 區間數를 구하고 이에 80.75 원을 乘하여 鐵道運賃을 구한 다음, 여기에 부대비인 發地의 上車費 18.29 원, 着地의 上·下車費 219.29 원, 機關車入換料 2.60 원(2 km 기준), 貨車使用料 8.60 원 등 計 248.78 원을 합쳐서 ㎴當 輸送費를 추정하였다(<表-6> 參照).

iii) 雙龍 分工場의 實績輸送單價가 없는 경우의 추정은 移送費+鐵道運賃+附帶費의 方法을 사용했으며, 이때 實績移送費로는 寧越→倉洞은 ㎴當 280.50 원, 寧越→大田은 339.50 원, 東海→麗水는 842.72 원을 각각 적용하였다. 이와

<表-6> 區間別 시멘트 鐵道輸送費推定 (單位: 원)

區間	鐵道運賃	發地의 上車着地의 上下車料	汽關車入換料 및 貨車使用料	合計
1구간	80.75	+237.58	11.20	329.53
2 "	161.50	"	"	410.28
3 "	242.25	"	"	491.03
4 "	323.00	"	"	571.78
5 "	403.75	"	"	652.53
6 "	484.50	"	"	733.28
7 "	565.25	"	"	814.03
8 "	646.00	"	"	894.78
9 "	726.75	"	"	975.53
10 "	807.50	"	"	1,056.28
11 "	888.25	"	"	1,137.03
12 "	969.00	"	"	1,217.78
13 "	1,049.75	"	"	1,298.53
14 "	1,130.50	"	"	1,379.28
15 "	1,211.25	"	"	1,460.03

같이하여 얻어진 鐵道輸送費는 <表-7>과 같다.

② 公路

i) 公路運賃은 鐵道運賃과는 달리 계절에 따른 변동폭이 심하여 현실적인 運賃을 산정하기가 매우 곤란하였다. 따라서 S社의 1970년 實績公路運賃을 기초로 거리와 운임과의 1次相關回歸式을 구하고 여기서 각 O·D 間의 거리를 대입하여 公路運賃을 추정하였다.

즉 거리에 따라 公路運賃은 遞減하는 경향을

<表-7>

1970年 시멘트의 鐵道輸送費

(單位: 원)

Destination Origin	서 울	京 畿	江 原	忠 北	忠 南	全 北	全 南	慶 北	慶 南
北 坪(東海)	923.58	972.13	586.09	814.03	974.48	1,070.16	1,203.14	809.22	1,003.32
寧 越	589.61	667.95	580.70	499.08	627.84	760.59	923.58	628.54	808.43
倉 洞	531.68	720.25	735.96	852.28	887.94	1,075.32	1,175.28	1,094.53	1,336.78
大 田	1,072.78	959.23	991.53	851.11	887.06	896.06	1,008.25	894.50	1,185.08
麗 水	1,818.45	1,899.00	1,979.75	1,621.13	1,576.00	1,432.98	1,418.68	1,656.75	1,349.02
釜 山	1,618.25	1,699.00	1,537.50	1,456.75	1,376.00	1,537.50	1,324.40	1,151.55	873.21
三 陟(東洋)	894.78	975.53	733.28	814.03	894.78	1,056.28	1,217.78	814.03	975.53
聞 慶(大韓)	814.03	814.03	571.78	652.53	571.78	733.28	894.78	571.78	733.28
丹 陽(韓一)	571.78	652.53	410.28	491.03	652.53	814.03	975.53	652.53	814.03
丹 陽(星信)	571.78	652.53	410.28	491.03	652.53	814.03	975.53	652.53	814.03
堤 川(現代)	571.78	571.78	410.28	491.03	571.78	733.28	894.78	652.53	814.03
堤 川(忠北)	571.78	571.78	410.28	491.03	571.78	733.28	894.78	652.53	814.03

<表-8>

1970년 시멘트 公路輸送單價

(單位: 원)

Destination Origin	서 울	京 畿	江 原	忠 北	忠 南	全 北	全 南	慶 北	慶 南
北 坪(東海)	2,884.14	3,145.36	2,062.56	2,512.64	2,760.76	3,356.96	4,106.85	2,543.65	2,845.54
寧 越	1,878.54	2,139.76	1,063.16	1,582.85	1,830.98	2,427.17	3,245.99	2,226.60	3,178.44
倉 洞	881.87	1,074.17	1,634.52	1,829.58	2,019.81	2,616.00	3,365.89	3,032.30	3,984.14
大 田	2,078.81	2,340.03	1,867.90	1,120.08	381.25	1,468.14	2,218.04	1,884.44	2,836.28
麗 水	4,638.03	4,899.25	4,399.55	3,679.30	3,431.17	2,834.98	2,085.09	3,648.28	3,315.38
釜 山	4,346.36	4,607.59	3,876.30	3,387.63	3,139.50	3,480.68	3,692.96	2,127.01	684.50
蔚 山	4,697.88	4,959.10	3,416.58	2,908.61	2,975.46	3,894.22	4,044.48	1,962.97	1,457.76
三 陟(東洋)	2,944.10	3,205.32	2,122.53	2,572.60	2,820.73	3,416.92	4,166.81	2,483.69	2,785.58
聞 慶(大韓)	1,862.68	2,123.91	1,207.22	1,230.65	1,478.78	2,325.16	3,075.06	1,513.93	2,465.77
丹 陽(韓一)	1,904.73	2,165.95	1,251.33	1,334.04	1,582.16	2,178.35	2,928.25	1,794.45	2,746.29
丹 陽(星信)	1,904.73	2,165.95	1,251.33	1,334.04	1,582.16	2,178.35	2,928.25	1,794.45	2,746.29
堤 川(現代)	1,650.40	1,911.62	828.82	1,731.73	1,979.85	2,576.05	3,325.94	2,019.83	2,971.67
堤 川(忠北)	1,650.40	1,911.62	828.82	1,731.73	1,979.85	2,576.05	3,325.94	2,019.83	2,971.67

갖는 것으로 目測되어 $F \cdot C = f(D)$ 로 놓고(단, C 는 運賃, D 는 거리) 第1次相關回歸式을 구한 결과 $Y = 490.6998 + 6.892 \times (R^2 = 0.8052)$ 라는 식을 얻었다.

ii) 附帶費로서 發地의 上車料 袋當 0.78 원, 着地의 下車料 1.00 원, 計 袋當 1.78 원(₩當 41.78 원)을 추정한 運賃에 합하여 輸送費로 하였으며, 또한 雙龍洋灰分工場의 경우는 ₩當 倉洞 280.50 원, 大田 339.50 원, 麗水 842.72 원, 釜山 642.72 원, 蔚山 642.72 원의 實積移送費單價를 첨가하였다.

iii) 그 결과 얻어진 각 O·D間의 公路輸送費單價는 <表-8>과 같다.

③ 沿岸海送

i) 각 O·D間의 船賃은 調査에서 얻은 實積을 그대로 적용하였으며 附帶費로서는 船積港의 船積料는 ₩當 80 원, 着地의 下荷料는 ₩當 400 원으로 계산하였다.

ii) 船積港까지의 運賃費 및 移送費(墨湖 352.88 원, 三陟 70.35 원, 麗水 842.70 원, 蔚山 642.72 원)을 별도로 고려하였다.

iii) 이 결과 얻어진 O·D間의 沿岸海送單價는 <表-9>와 같다.

4) 實積 O·D表의 確定 및 總輸送費의 算出

이상에서와 같이 얻어진 각 O·D間의 輸送量 및 輸送單價를 결합한 輸送手段別 O·D表는 <

表-10>, <表-11>, <表-12>와 같다. 단 윗부분은 輸送費單價, 아랫부분은 輸送量을 나타낸다.

한편 이들 表에서 각 O·D 間의 輸送費(輸送費單價 × 輸送量)를 계산하여 합친 總額은

鐵道 : 2,309,082,638 원

公路 : 2,371,149,475 원

沿岸海送 : 854,500,552 원이다.

3. 사용된 線型計劃模型(linear programming model)²⁾

1) 定義

<表-9>

1970 年 시멘트 沿岸海送單價

(單位 : 원)

	江 原	全 北	全 南	慶 北	慶 南	濟 州
墨湖(東海)	1,182.88	2,132.88	2,132.88	1,282.88	1,432.88	2,032.88
麗 水	2,072.70	1,697.95	1,744.85	2,022.70	1,697.95	1,909.03
三 陟	910.35	1,850.35	1,750.35	1,020.35	1,110.35	1,750.35

輸送手段別 輸送費

앞서 보아온 實績 O·D 表 형식의 地域間輸送 흐름을 總輸送費를 極少化시키는 地域間最適輸送 흐름의 형태로 바꾸어 주는 문제가 이제 未解決로 남은 주요 과제이다. 이 문제의 해결을 위해서 여기서는 소위 輸送線型計劃(transportation L.P)으로 일컬어지는 線型計劃의 특수한 경우를 模型으로 사용하였다. 즉 X_{ij} 가 i 번째 地域에서 j 地域으로의 輸送量이고 C_{ij} 가 當該의 輸送費用이며 D_j 를 어떤 地域의 需要量, O_i 를 어떤 地域(혹은 工場)의 供給量이라고 한다면 線

<表-10>

1970 年 시멘트의 鐵道輸送 O·D 表(實績)

(單位 : %, 원)

Origin \ Destination	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	計
北坪(東海)	923.58	972.13	586.09	(814.03)	974.48	1070.16	1203.14	800.22	1003.32	
OA	167,716	10,253	10,939	2,364	2,172	5,654	926	50,324	5,415	494,856
寧 越	589.61	667.95	580.70	499.08	627.84	760.59	923.58	628.54	808.43	
OB	95,535	16,227	14,538	5,417	3,503	297	1,159	4,188	4,851	162,191
倉 洞	531.68	720.25	735.96	(852.28)	887.94	1075.32	(1175.28)	(1094.53)	(1336.78)	
OC	0	2,291	297	0	2,917	439	0	0	0	5,944
大 田	(1072.78)	959.23	(991.53)	851.11	887.06	896.06	1008.25	894.50	1185.08	
OD	0	2,451	0	7,241	27,526	27,069	583	9,991	1,776	76,637
麗 水	(1818.45)	(1899.00)	(1979.75)	1621.13	(1576.00)	1432.98	1418.68	(1656.75)	1349.02	
OE	0	0	0	0	0	55,539	116,966	0	19,580	192,085
釜 山	(1618.25)	(1699.00)	(1537.50)	(1456.75)	(1376.00)	(1537.50)	1324.40	1151.55	(873.21)	
OF	0	0	0	0	0	0	80	575	29,229	29,884
三陟(東洋)	(894.78)	(975.53)	(733.28)	(814.03)	(894.78)	(1056.28)	(1217.78)	(814.03)	(975.53)	
OH	184,976	31,989	35,072	2,505	17,610	7,484	10,150	29,830	19,222	340,356
聞慶(大韓)	(814.03)	(814.03)	(571.78)	(652.53)	(571.78)	(733.28)	(894.78)	(571.78)	(733.28)	
OI	156,909	18,615	25,180	0	440	17,545	8,634	2,064	11,577	245,226
丹陽(韓一)	(571.78)	(652.53)	(410.28)	(491.03)	(652.53)	(814.03)	(975.53)	(652.53)	(841.03)	
OJ	275,745	32,713	44,250	7,218	35,471	31,956	9,872	67,236	6,734	563,427
丹陽(星信)	(571.78)	(652.53)	(410.28)	(491.03)	(652.53)	(814.03)	(975.53)	(652.53)	(814.03)	
OK	313,962	37,247	50,383	6,203	20,615	12,446	11,253	17,988	38,951	519,048
堤川(現代)	(571.78)	(571.78)	(410.28)	(491.03)	(571.78)	(733.28)	(894.78)	(652.53)	(814.03)	
OL	117,841	6,907	6,204	2,072	814	0	1,544	4,508	31,760	196,650
堤川(忠北)	(571.78)	(571.78)	(410.28)	(491.03)	(571.78)	(733.28)	(894.78)	(652.53)	(814.03)	
OM	156,374	18,551	25,094	3,997	12,674	12,713	31,505	13,232	22,500	296,640
計	1469,058	177,244	467,526	37,017	123,742	171,142	192,672	199,934	284,609	3122,944

註 : ㊸→Bulk, ㊹→單納, ㊺→Exports, ()→推定值임

型計劃 풀이의 일반적인 형태는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} & \text{minimize } \sum_i \sum_j C_{ij} X_{ij} \text{ (目的函數)} \\ & \text{subject to } \left\{ \begin{array}{l} \sum_j X_{ij} \leq O_i \\ \sum_i X_{ij} \geq D_j \\ X_{ij} \geq 0 \end{array} \right\} \text{ (制約條件)}^3 \end{aligned}$$

2) 解析過程

이와 같은 線型計劃의 풀이에 대한 설명은 하나의 실예를 들어 풀이하는 과정을 밝힘으로써 보다 용이하게 그 핵심을 파악할 수 있을 것이다.

<表-10>의 O·D表를 예로 든다면 각 着地

<表-11>

1970년 시멘트의 公路輸送 O·D表(實績)

(單位: %, 원)

Origin \ Destination	서 울	京 畿	江 原	忠 北	忠 南	全 北	全 南	慶 北	慶 南	計
北坪(東海)	2,884.14 0	3,145.36 0	2,062.56 9,164	2,512.64 0	2,760.76 0	3,356.96 0	4,106.85 0	2,543.65 0	2,845.54 0	9,164
寧 越	1,878.54 0	2,139.76 0	1,063.16 10,688	1,528.85 4,516	1,830.98 0	2,427.17 0	3,245.99 0	2,226.60 1,119	3,178.44 0	16,323
倉 洞	881.87 395,624 ⓑ113,128 Ⓐ1,793	1,074.17 ⓑ12,650	1,634.52 0	1,829.58 0	2,019.81 0	2,616.00 0	3,365.89 0	3,032.30 0	3,984.14 0	523,195
大 田	2,078.81 9.155	2,340.03 0	1,867.90 0	1,120.08 9.910	381.25 ⓑ10,863	1,468.14 3,629	2,218.04 0	1,884.44 120	2,836.28 0	116,269
麗 水	4,638.03 0	4,899.25 0	4,399.55 0	3,679.30 0	3,431.17 0	2,834.98 714	2,085.09 47,455	3,648.28 0	3,315.38 0	48,169
釜 山	4,346.36 0	4,607.59 0	3,876.30 0	3,387.63 0	3,139.50 0	3,480.68 0	3,692.96 0	2,127.01 0	684.50 236,151 ⓑ3,703 Ⓐ11,135	255,989
蔚 山	4,697.88 0	4,959.10 0	3,416.58 0	2,908.61 0	2,975.46 0	3,894.22 0	4,044.48 0	1,962.97 41,507	1,457.76 53,346 ⓧ90,000	184,853
三陟(東洋)	2,944.10 0	3,205.32 0	2,122.53 8,697	2,572.60 0	2,820.73 0	3,416.92 0	4,166.81 0	2,483.69 3,801	2,785.58 0	12,498
聞慶(大韓)	1,862.68 30,983	2,123.91 7,541	1,207.22 21,806	1,230.65 11,040	1,478.78 13,499	2,325.16 5,848	3,075.06 0	1,513.93 42,962	2,465.77 15,849	149,528
丹陽(韓一)	1,904.93 54,449	2,165.95 13,252	1,251.33 38,326	1,334.04 13,404	1,582.16 11,824	2,178.35 0	2,928.25 0	1,794.45 44,824	2,746.29 2,245	178,324
丹陽(星信)	1,904.73 61,863	2,165.95 15,088	1,251.33 43,632	1,334.04 11,519	1,528.16 16,866	2,178.35 2,196	2,928.25 1,250	1,794.45 14,717	2,746.29 12,984	180,115
堤川(現代)	1,650.40 6,202	1,911.62 10,360	828.82 24,815	1,731.73 18,649	1,979.85 7,323	2,576.05 0	3,325.94 0	2,019.83 18,034	2,971.67 0	85,383
堤川(忠北)	1,650.40 30,878	1,911.62 7,515	828.82 21,732	1,731.73 9,325	1,979.85 29,574	2,576.05 1,413	3,325.94 3,501	2,019.83 10,826	2,971.67 0	114,764
計	704,075	66,406	178,860	78,363	172,541	13,800	52,206	177,910	430,413	1,874,574

<表-12>

1970년 시멘트의 沿岸海送 O·D表(實績)

(單位: %, 원)

Origin \ Destination	江 原	全 北	全 南	慶 北	慶 南	濟 州	計
墨 湖 (東海)	1,182.88 3,501	2,132.88 0	2,032.88 12,132	1,282.88 23,420	1,432.88 35,713	2,032.88 26,977	101,743
麗 水	2,072.70 0	1,697.95 1,416	1,744.85 ⓧ28,000	2,022.70 0	1,697.95 13,212	1,909.03 548	72,910
三 陟	910.35 13,240	1,850.35 1,279	1,750.35 26,355	1,020.35 2,475	1,110.35 ⓧ16,603	1,750.35 24,835	479,290
計	16,741	2,695	96,221	25,895	460,031	52,360	653,943

別 合계는 需要量이고 各 發地別 合계는 공급량이며 또한 需要量=供給量이라는 가정에서 O·D 表가 작성된 것이다. 이 경우 各 O·D 間의 輸送單價(즉 費用構造)를 일정하게 고정시켜 놓고, 各 發地와 着地의 需要·供給量을 모두 만족시키면서 O·D 間의 輸送量을 어떻게 配分하는 것

이 總輸送費를 極少로 할 것인가, 또 그때의 極少化된 總輸送費는 얼마인가, 하는 解(solution)를 구하는 것이 線型計劃의 풀이인 것이다.

이 L·P를 풀기 위해 <表-10>을 방정식으로 바꾸어 쓰면 다음과 같이 된다.

① 費用構造에 관한 방정식

$$\begin{aligned}
 C\phi SA &= 923.58 \times \phi AA + 589.61 \times \phi BA + 531.68 \times \phi CA + 1,072.78 \times \phi DA + 1,818.45 \times \phi EA + 1,618.25 \times \phi FA \\
 &+ 894.78 \times \phi HA + 814.03 \times \phi IA + 571.78 \times \phi JA + 571.78 \times \phi KA + 571.78 \times \phi LA + 571.78 \times \phi MA \\
 C\phi SB &= 927.13 \times \phi AB + 667.95 \times \phi BB + 720.25 \times \phi CB + 959.23 \times \phi DB + 1,899.00 \times \phi EB + 1,699.00 \times \phi FB \\
 &+ 975.53 \times \phi HB + 814.03 \times \phi IB + 652.53 \times \phi JB + 652.53 \times \phi KB + 571.78 \times \phi LB + 571.78 \times \phi MB \\
 C\phi SC &= 586.09 \times \phi AC + 580.70 \times \phi BC + 735.96 \times \phi CC + 991.53 \times \phi DC + 1,979.75 \times \phi EC + 1,537.50 \times \phi FC \\
 &+ 733.28 \times \phi HC + 571.78 \times \phi IC + 410.28 \times \phi JC + 410.28 \times \phi KC + 410.28 \times \phi LC + 410.28 \times \phi MC \\
 C\phi SD &= 814.03 \times \phi AD + 499.08 \times \phi BD + 852.28 \times \phi CD + 851.11 \times \phi DD + 1,621.13 \times \phi ED + 1,456.75 \times \phi FD \\
 &+ 814.03 \times \phi HD + 652.53 \times \phi ID + 491.03 \times \phi JD + 491.03 \times \phi KD + 491.03 \times \phi LD + 491.03 \times \phi MD \\
 C\phi SE &= 974.48 \times \phi AE + 627.84 \times \phi BE + 887.94 \times \phi CE + 887.06 \times \phi DE + 1,576.00 \times \phi EE + 1,376.00 \times \phi FE \\
 &+ 894.78 \times \phi HE + 571.78 \times \phi IE + 652.53 \times \phi JE + 652.53 \times \phi KE + 571.78 \times \phi LE + 571.78 \times \phi ME \\
 C\phi SF &= 1,070.16 \times \phi AF + 760.59 \times \phi BF + 1,075.32 \times \phi CF + 896.06 \times \phi DF + 1,432.98 \times \phi EF + 1,537.50 \times \phi FF \\
 &+ 1,056.28 \times \phi HF + 733.28 \times \phi IF + 814.03 \times \phi JF + 814.03 \times \phi KF + 733.28 \times \phi LF + 733.28 \times \phi MF \\
 C\phi SG &= 1,203.14 \times \phi AG + 923.58 \times \phi BG + 1,175.28 \times \phi CG + 1,008.25 \times \phi DG + 1,418.68 \times \phi EG + 1,324.40 \times \phi FG \\
 &+ 1,217.78 \times \phi HG + 894.78 \times \phi IG + 975.53 \times \phi JG + 975.53 \times \phi KG + 894.78 \times \phi LG + 894.78 \times \phi MG \\
 C\phi SH &= 800.22 \times \phi AH + 628.54 \times \phi BH + 1,094.53 \times \phi CH + 984.50 \times \phi DH + 1,656.75 \times \phi EH + 1,151.55 \times \phi FH \\
 &+ 814.03 \times \phi HH + 571.78 \times \phi IH + 652.53 \times \phi JH + 652.53 \times \phi KH + 652.53 \times \phi LH + 652.53 \times \phi MH \\
 C\phi SI &= 1,003.32 \times \phi AI + 808.43 \times \phi BI + 1,336.78 \times \phi CI + 1,185.08 \times \phi DI + 1,349.02 \times \phi EI + 873.21 \times \phi FI \\
 &+ 975.53 \times \phi HI + 733.28 \times \phi II + 814.03 \times \phi JI + 814.03 \times \phi KI + 814.03 \times \phi LI + 814.03 \times \phi MI \\
 C\phi ST &= C\phi SA + C\phi SB + C\phi SC + C\phi SD + C\phi SE + C\phi SF + C\phi SG + C\phi SH + C\phi SI
 \end{aligned}$$

② 輸送量에 관한 條件式

$$\begin{aligned}
 DA &= \phi AA + \phi BA + \phi CA + \phi DA + \phi EA + \phi FA + \phi HA + \phi IA + \phi JA + \phi KA + \phi LA + \phi MA \geq 1,469,058 \\
 DB &= \phi AB + \phi BB + \phi CB + \phi DB + \phi EB + \phi FB + \phi HB + \phi IB + \phi JB + \phi KB + \phi LB + \phi MB \geq 177,244 \\
 DC &= \phi AC + \phi BC + \phi CC + \phi DC + \phi EC + \phi FC + \phi HC + \phi IC + \phi JC + \phi KC + \phi LC + \phi MC \geq 467,526 \\
 DD &= \phi AD + \phi BD + \phi CD + \phi DD + \phi ED + \phi FD + \phi HD + \phi ID + \phi JD + \phi KD + \phi LD + \phi MD \geq 37,017 \\
 DE &= \phi AE + \phi BE + \phi CE + \phi DE + \phi EE + \phi FE + \phi HE + \phi IE + \phi JE + \phi KE + \phi LE + \phi ME \geq 123,742 \\
 DF &= \phi AF + \phi BF + \phi CF + \phi DF + \phi EF + \phi FF + \phi HF + \phi IF + \phi JF + \phi KF + \phi LF + \phi MF \geq 171,142 \\
 DG &= \phi AG + \phi BG + \phi CG + \phi DG + \phi EG + \phi FG + \phi HG + \phi IG + \phi JG + \phi KG + \phi LG + \phi MG \geq 192,672 \\
 DH &= \phi AH + \phi BH + \phi CH + \phi DH + \phi EH + \phi FH + \phi HH + \phi IH + \phi JH + \phi KH + \phi LH + \phi MH \geq 199,934 \\
 DI &= \phi AI + \phi BI + \phi CI + \phi DI + \phi EI + \phi FI + \phi HI + \phi II + \phi JI + \phi KI + \phi LI + \phi MI \geq 284,609 \\
 \phi A &= \phi AA + \phi AB + \phi AC + \phi AD + \phi AE + \phi AF + \phi AG + \phi AH + \phi AI \leq 494,856 \\
 \phi B &= \phi BA + \phi BB + \phi BC + \phi BD + \phi BE + \phi BF + \phi BG + \phi BH + \phi BI \leq 162,191 \\
 \phi C &= \phi CA + \phi CB + \phi CC + \phi CD + \phi CE + \phi CF + \phi CG + \phi CH + \phi CI \leq 5,944 \\
 \phi D &= \phi DA + \phi DB + \phi DC + \phi DD + \phi DE + \phi DF + \phi DG + \phi DH + \phi DI \leq 76,637 \\
 \phi E &= \phi EA + \phi EB + \phi EC + \phi ED + \phi EE + \phi EF + \phi EG + \phi EH + \phi EI \leq 192,085 \\
 \phi F &= \phi FA + \phi FB + \phi FC + \phi FD + \phi FE + \phi FF + \phi FG + \phi FH + \phi FI \leq 29,884 \\
 \phi H &= \phi HA + \phi HB + \phi HC + \phi HD + \phi HE + \phi HF + \phi HG + \phi HH + \phi HI \leq 340,356 \\
 \phi I &= \phi IA + \phi IB + \phi IC + \phi ID + \phi IE + \phi IF + \phi IG + \phi IH + \phi II \leq 245,226
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi J &= \phi JA + \phi JB + \phi JC + \phi JD + \phi JE + \phi JF + \phi JG + \phi JH + \phi JI \leq 563,427 \\ \phi K &= \phi KA + \phi KB + \phi KC + \phi KD + \phi KE + \phi KF + \phi KG + \phi KH + \phi KI \leq 519,048 \\ \phi L &= \phi LA + \phi LB + \phi LC + \phi LD + \phi LE + \phi LF + \phi LG + \phi LH + \phi LI \leq 196,650 \\ \phi M &= \phi MA + \phi MB + \phi MC + \phi MD + \phi ME + \phi MF + \phi MG + \phi MH + \phi MI \leq 296,640 \end{aligned}$$

또한 모든 輸送量은 ≥ 0 이어야 한다.

이들 방정식(equations)과 條件式(constraints)을 만족시키면서 總輸送費(여기서는 cost로 표시한 것)를 線型計劃의 풀이에 의하여 極少化시키면 이 때의 總輸送費는 다른 어떠한 地域間의 輸送 흐름에 있어서보다도 적은 것이 된다. 따라서 최소의 輸送費로써 모든 輸送을 해결할 수 있다면 이 경우의 地域間輸送 흐름은 당연히 最適輸送網이 된다.

4. 計算結果

<表-10>의 最適輸送 흐름 및 最少輸送費를 電子計算機에 의하여 구한 결과를 解란을 간주려 例示하면 다음과 같다.

**CEMENT RAILWAY TRANSPORTATION

INPUT

NAME CEMRA

ENDATA

PROBLEM 'CEMRA' CONTAINS

31 ROWS

0 SELECTED ROWS

139 VARIABLES

0 SELECTED COLUMNS

1 BOUNDS

0 RHS'S
0 RANGES
333 COLUMN ELEMENTS
127 LOWER BOUND ELEMENTS
130 UPPER BOUND ELEMENTS
0 RHS ELEMENTS
0 RANGE ELEMENTS
MOVE
DATA CEMRA
MINIMIZE COST
BOUNDS CEMB

ENDATA LPSOLUTION ITERATION NUMBER	INFEASIBILITY COUNT	VALUE OF 'COST'
0	3	2138330.515
10	1	2072966.104
14	1	2073264.091
20	1	2224242.075
21	1	2241868.556
22	1	2287099.282
24	0	2286385.653
30	0	2176319.676
35	0	2133378.474
35	0	2133378.470

SOLUTION OPTIMUM

VARIABLE	TYPE	ENTRIES	SOLUTION ACTIVITY	OBB	LL	3	0.000	OFC	LL	3	0.000
0AA	LL	3	0.000	OCB	LL	3	0.000	OHC	LL	3	0.000
DA	LL	0	1469.058	ODB	LL	3	0.000	OIC	LL	3	0.000
0BA	B*	3	125.174	OEB	LL	3	0.000	OJC	LL	3	0.000
0CA	B*	3	5.944	OFB	LL	3	0.000	OKC	LL	3	0.000
0DA	LL	3	0.000	OHB	LL	3	0.000	OLC	LL	3	0.000
0EA	LL	3	0.000	OIB	LL	3	0.000	OMC	LL	3	0.000
0FA	LL	3	0.000	OJB	LL	3	0.000	OAD	LL	3	0.000
0HA	LL	3	0.000	OKB	LL	3	0.000	DD	LL	0	37.017
0IA	LL	3	0.000	OLB	LL	3	0.000	OBD	B*	3	37.017
0JA	B*	3	563.427	OMB	B*	3	177.244	OCD	LL	3	0.000
0KA	B*	3	519.048	OAC	B*	3	467.526	ODD	LL	3	0.000
0LA	B*	3	196.650	DC	LL	0	467.526	OED	LL	3	0.000
0MA	B*	3	58.815	OBC	LL	3	0.000	OFD	LL	3	0.000
0AB	LL	3	0.000	OCC	LL	3	0.000	OHD	LL	3	0.000
DB	LL	0	177.244	ODC	LL	3	0.000	OID	LL	3	0.000
				OEC	LL	3	0.000	OJD	LL	3	0.000

OKD	LL	3	0.000	DG	LL	0	192.672	OEI	LL	3	0.000
OLD	LL	3	0.000	OBG	LL	3	0.000	OFI	B*	3	29.884
OMD	LL	3	0.000	OCG	LL	3	0.000	OHI	B*	3	254.725
OAE	LL	3	0.000	ODG	B*	3	0.586	OII	LL	3	0.000
DE	LL	0	123.742	OEG	B*	3	192.085	OJI	LL	3	0.000
OBE	LL	3	0.000	OFG	LL	3	0.000	OKI	LL	3	0.000
OCE	LL	3	0.000	OHG	LL	3	0.000	OLI	LL	3	0.000
ODE	LL	3	0.000	OIG	LL	3	0.000	OMI	LL	3	0.000
OEE	LL	3	0.000	OJG	LL	3	0.000	OA	UL	0	494.856
OFE	LL	3	0.000	OKG	LL	3	0.000	OB	UL	0	162.191
OHE	LL	3	0.000	OLG	LL	3	0.000	OC	UL	0	5.944
OIE	B*	3	123.741	OMG	LL	3	0.000	OD	UL	0	76.637
OJE	LL	3	0.000	OAH	B*	3	27.329	OE	B*	0	192.085
OKE	LL	3	0.000	DH	LL	0	199.934	OF	UL	0	29.884
OLE	LL	3	0.000	OBH	LL	3	0.000	OH	UL	0	340.356
OME	LL	3	0.000	OCH	LL	3	0.000	OI	UL	0	245.226
OAF	LL	3	0.000	ODH	LL	3	0.000	OJ	UL	0	563.427
DF	LL	0	171.142	OEH	LL	3	0.000	OK	UL	0	519.048
OBF	LL	3	0.000	OFH	LL	3	0.000	OL	UL	0	196.650
OCF	LL	3	0.000	OHH	B*	3	85.630	OM	UL	0	296.640
ODF	B*	3	76.050	OIH	B*	3	86.973	COSA	B*	1	841971.481
OEF	LL	3	0.000	OJH	LL	3	0.000	COST	B*	0	2133378.470
OFF	LL	3	0.000	OKH	LL	3	0.000	COSB	B*	1	101344.574
OHF	LL	3	0.000	OLH	LL	3	0.000	COSC	B*	1	274012.313
OIF	B*	3	34.510	OMH	LL	3	0.000	COSD	B*	1	18474.444
OJF	LL	3	0.000	OAI	LL	3	0.000	COSE	B*	1	70753.200
OKF	LL	3	0.000	DI	LL	0	284.609	COSF	B*	1	137874.425
OLF	LL	3	0.000	OBI	LL	3	0.000	COSG	B*	1	273098.992
OMF	B*	3	60.580	OCI	LL	3	0.000	COSH	B*	1	141262.150
OAG	LL	3	0.000	ODI	LL	3	0.000	COSI	B*	1	274586.886

5. 最適輸送網의 設定 및 實績對比 節減效果

1) 鐵道

상술한 바와 같은 과정을 거쳐 導出된 鐵道의 最適輸送網을 O·D 表의 形式으로 나타내면 <表-13>과 같다. 이때의 總輸送費는 2,133,378,470 원으로 實績對比 輸送費節減額은 175,704,213 원이며 節減率은 7.6%이다.

2) 公路

마찬가지로 最適公路輸送 O·D 表는 <表-14>와 같다. 이때의 總輸送費는 2,192,482,645 원으로 實績對比 節減額은 178,666,830 원이며 節減率은 7.5%이다.

3) 沿岸海送

最適沿岸海送 O·D 表는 <表-15>와 같다. 이때의 總輸送費는 844,776,239 원으로서 實績對比

節減額은 9,724,313 원이며 節減率은 1.2%이다.

4) 總輸送

이제까지는 輸送手段의 시멘트 輸送 分擔率을 實績과 동일하게 놓고 보아온 것이다. 이제는 그 가정을 바꾸어서 鐵道, 公路, 沿岸海送의 3가지 輸送手段 가운데 각 O·D 間의 輸送單價가 가장 낮은 것을 선택하여 시멘트 總輸送의 地域間 最適配分體系를 나타낸 것이 <表-16>이다.

한편 이경우 3가지 輸送手段에 의한 實績輸送費의 合計額은 5,534,732,710 원이며 最適配分時의 輸送費總額은 4,023,890,658 원이다. 따라서 實績對比 節減額은 1,510,842,052 원이며 그 節減率은 무려 27.3%나 된다.

<表-13>

1970년 시멘트의 鐵道輸送 O·D表(適正)

(單位: %, 圓)

Destination	서울	京畿	江原	忠北	忠南	全北	全南	慶北	慶南	計
Origin	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	
北坪(東海)	923.58	972.13	586.09	814.03	974.48	1,070.16	1,203.14	800.22	1,003.32	
OA	0	0	467,526	0	0	0	0	27,330	0	494,856
寧越	589.61	667.95	580.70	499.08	627.84	760.59	923.58	628.54	808.43	
OB	125,174	0	0	37,017	0	0	0	0	0	162,191
倉洞	531.68	720.25	735.96	852.28	887.94	1,075.32	1,175.28	1,094.53	1,336.78	
OC	5,944	0	0	0	0	0	0	0	0	5,944
大田	1,072.78	959.23	991.53	851.11	887.06	896.06	1,008.25	894.50	1,185.08	
OD	0	0	0	0	0	76,050	587	0	0	76,637
麗水	1,818.45	1,899.00	1,979.75	1,621.13	1,576.00	1,432.98	1,418.68	1,656.75	1,349.02	
OE	0	0	0	0	0	0	192,085	0	0	192,085
釜山	1,618.25	1,699.00	1,537.50	1,456.75	1,376.00	1,537.50	1,324.40	1,151.55	873.21	
OF	0	0	0	0	0	0	0	0	29,884	29,884
三陟(東洋)	894.78	975.53	733.28	814.03	894.70	1,056.28	1,217.78	814.03	975.53	
OH	0	0	0	0	0	0	0	85,631	254,725	340,356
聞慶(大韓)	814.03	814.03	571.78	652.53	571.78	733.28	894.78	571.28	733.28	
OI	0	0	0	0	123,742	34,511	0	86,973	0	245,226
丹陽(韓一)	571.78	652.53	410.28	491.03	652.53	814.03	975.53	652.53	814.03	
OJ	563,427	0	0	0	0	0	0	0	0	563,427
丹陽(星信)	571.78	652.53	410.28	491.03	652.53	814.03	975.53	652.53	814.03	
OK	519,048	0	0	0	0	0	0	0	0	519,048
堤川(現代)	571.78	571.78	410.28	491.03	571.78	733.28	894.78	652.53	814.03	
OL	196,650	0	0	0	0	0	0	0	0	196,650
堤川(忠北)	571.78	571.78	410.28	491.03	571.78	733.28	894.78	652.53	814.03	
OM	58,815	177,244	0	0	0	60,581	0	0	0	296,640
計	1,469,058	177,244	467,526	37,017	123,742	171,142	192,672	199,934	284,609	3,122,944

<表-14>

1970년 시멘트의 公路輸送 O·D表(適正)

(單位: %, 圓)

Destination	서울	京畿	江原	忠北	忠南	全北	全南	慶北	慶南	計
Origin	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	
北坪(東海)	2,884.14	3,145.36	2,062.56	2,512.64	2,760.76	3,356.96	4,106.85	2,543.65	2,845.54	
OA	0	0	0	0	0	0	0	9,164	0	9,164
寧越	1,878.54	2,139.76	1,063.16	1,582.85	1,830.98	2,427.17	3,245.99	2,226.60	3,178.44	
OB	16,323	0	0	0	0	0	0	0	0	16,323
倉洞	881.87	1,074.17	1,634.52	1,829.58	2,019.81	2,616.00	3,365.89	3,032.30	3,984.14	
OC	456,789	66,406	0	0	0	0	0	0	0	523,195
大田	2,078.81	2,340.03	1,867.90	1,120.08	381.25	1,468.14	2,218.04	1,884.44	2,836.28	
OD	0	0	0	0	116,269	0	0	0	0	116,269
麗水	4,638.03	4,899.25	4,399.55	3,679.30	3,431.17	2,834.98	2,085.09	3,648.28	3,315.38	
OE	0	0	0	0	0	0	48,169	0	0	48,169
釜山	4,346.36	4,607.59	3,876.30	3,387.63	3,139.50	3,480.68	3,692.96	2,127.01	684.50	
OF	0	0	0	0	0	0	0	0	255,989	255,989
蔚山	4,697.88	4,959.10	3,416.58	2,908.61	2,975.46	3,894.22	4,044.48	1,962.97	1,457.76	
OG	0	0	0	0	0	0	0	10,428	174,424	184,853
三陟(東洋)	2,944.10	3,205.32	2,122.53	2,572.50	2,820.73	3,416.92	4,166.81	2,483.69	2,785.58	
OH	0	0	0	0	0	0	0	12,498	0	12,498
聞慶(大韓)	1,862.68	2,123.91	1,207.22	1,230.65	1,478.78	2,325.16	3,075.06	1,513.93	2,465.77	
OI	0	0	0	3,708	0	0	0	145,820	0	149,528
丹陽(韓一)	1,904.73	2,165.95	1,251.33	1,334.04	1,582.16	2,178.35	2,928.25	1,794.45	2,746.29	
OJ	108,252	0	0	0	56,272	13,800	0	0	0	178,324
丹陽(星信)	1,904.73	2,165.95	1,251.33	1,334.04	1,582.16	2,178.35	2,928.25	1,794.45	2,746.29	
OK	101,423	0	0	74,655	0	0	4,037	0	0	180,115
堤川(現代)	1,650.40	1,911.62	828.82	1,731.73	1,979.85	2,576.05	3,325.94	2,019.83	2,971.67	
OL	21,288	0	64,096	0	0	0	0	0	0	85,383
堤川(忠北)	1,650.40	1,911.62	828.82	1,731.73	1,979.85	2,576.05	3,325.94	2,019.83	2,971.67	
OM	0	0	114,764	0	0	0	0	0	0	114,764
計	704,075	66,406	178,860	78,363	170,541	13,800	52,206	177,910	430,413	1,874,574

<表-15>

1970년 시멘트의 沿岸輸送 O·D表(適正)

(單位: %, 圓)

Desitnation Origin	江 原 DC	全 北 DF	全 南 DG	慶 北 DH	慶 南 DI	濟 州 DJ	計
墨 湖(東海)	1,182.88 16,741	2,132.88 0	2,032.88 6,747	1,282.88 25,895	1,432.88 0	2,032.88 52,360	101,743
麗 水	2,072.70 0	1,697.95 2,695	1,744.85 70,215	2,022.70 0	1,697.95 0	1,909.03 0	72,910
三 陟	910.35 0	1,850.35 0	1,750.35 19,259	1,020.35 0	1,110.35 460,031	1,750.35 0	479,290
計	16,741	2,695	96,221	25,895	460,031	52,360	653,943

6. 設定된 最適輸送網의 適用限界와 이의 修正可能性

이제까지 보아 온 最適輸送 O·D表는 이론적인 분석을 위한 방법론을 제시하고자 하는데 목적이 있는 것으로서, 어떤 의미에서는 일종의試算에 지나지 않은 것으로 볼 수 있기 때문에 이것을 곧 그대로 적용하기에는 무리가 있다. 따라서 실제로 業界에서 線型計劃에 의한 輸送計劃을 작성할 경우에는 다음과 같은 점을 補完·

修正하여야만 더욱 현실적인 의미를 가질 수 있을 것이다.

첫째, O·D間의 費用을 本稿에서는 輸送費(附帶費 포함)만을 고려한 것이다. 換言하면 各 生産工場의 製造原價는 모두 동일하다는 가정에서 출발하고 있으나, 이 가정이 비현실적인 경우에는 O·D間의 費用에 製造原價+輸送費+連結輸送에 따른 輸送費+最終消費地까지의 附帶費를 모두 포함시키는 것이 더욱 타당할 것이다.

둘째, 資料蒐集上의 困難에 기인하여 着地를 道

<表-16>

1970년 시멘트의 總輸送

Destination Origin	서 울 DA	京 畿 DB	江 原 DC	忠 北 DD	忠 南 DE
北 坪 OA	923.58 0	972.13 0	586.09 605,763	814.03 0	974.48 0
寧 越 OB	589.61 63,134	667.95 0	580.70 0	499.08 115,380	627.80 0
倉 洞 OC	531.68 529,139	720.25 0	735.96 0	852.28 0	887.94 0
大 田 OD	1,072.78 0	959.23 0	991.53 0	851.11 0	Ⓐ 381.25 192,906
麗 水 OE	1,818.45 0	1,899.00 0	1,979.75 0	1,621.13 0	1,576.00 0
釜 山 OF	1,618.25 0	1,699.00 0	1,537.50 0	1,456.75 0	1,376.00 0
蔚 山 OG	Ⓐ 4,697.88 0	Ⓐ 4,959.10 0	Ⓐ 3,416.58 0	Ⓐ 2,908.61 0	2,975.46 0
三 陟(東洋) OH	894.78 0	975.53 0	733.28 0	814.03 0	894.78 0
聞 慶(大韓) OI	814.03 0	814.03 0	571.78 0	652.53 0	571.78 103,377
丹 陽(韓一) OJ	571.78 741,751	652.53 0	410.28 0	491.03 0	652.53 0
丹 陽(星信) OK	571.78 641,799	652.53 0	410.28 57,364	491.03 0	652.53 0
堤 川(現代) OL	571.78 94,396	571.78 0	410.28 0	491.03 0	571.78 0
堤 川(忠北) OM	571.78 102,914	571.78 243,650	410.28 0	491.03 0	571.78 0
計	2,173,133	243,650	663,127	115,380	296,283

註: Ⓐ는 公路, Ⓢ는 沿岸海送을 表示함

別로 구분하고 이 구역의 일정 지점을 중심으로 輸送費를 算定하였기 때문에 同一域內의 輸送費는 모두 같다는 가정위에서 있게 된 셈이다. 그러나 보다 현실에 가까운 輸送費 算定을 위해서는 着地를 더욱 細分化할 필요가 있다. 즉 最少한 着地를 郡別 정도로 세분하는 것이 좋다(尿素肥料의 경우는 着地를 141개로 세분하여 最適 輸送網을 導出하였음).

세째, 1970년의 地域別 供給量과 需要量을 일단 안정적이라고 가정하고 있으나 計劃作成時에는 可能하다면 과거 10년 정도의 時系列을 갖는 資料를 종합하여 地域別 需要量을 추정하고 또한 앞으로의 地域別 建設計劃 및 生産能力의 新設·擴充計劃을 감안하여 地域別 供給量을 추정해야 할 것이다.

네째, 시멘트의 需要는 季節性이 큰 것이므로 最適 輸送網의 算定도 年別보다는 月別로 작성하는 것이 보다 현실적이다.

다섯째, 輸送計劃을 작성할 경우에 地域別 需

要量을 정확히 추정한다는 것은 불가능할 것이나 일정한 범위를 추정하는 것은 비교적 용이할 것이다. 그런데 L·P 모델에 의한 輸送計劃의 작성은 地域別 需要量과 供給量을 일정한 範圍內에 두고서 計劃을 작성하는 것이 가능하다. 예컨대 A地域의 需要量을 10萬%이라고 할 것이 아니라, 「5萬% < A地域需要量 < 15萬%」이라는 식으로 범위를 정하여 주고 이를 만족시키는 最適 輸送網을 산출하는 것이 가능하다.

여섯째, 一定 生産工場에서 어떤 需要地까지 소망스러운 輸送手段에 의한 輸送이 현실적으로는 輸送能力의 부족으로 全量 輸送이 불가능한 경우 가능한 輸送能力의 範圍內에서 그 輸送手段을 最大限으로 이용하는 것이 가능하다. 예컨대 北坪에서 서울까지는 鐵道가 가장 低廉하지만 그 달(月)에 配定된 貨車輛으로 全量 輸送이 불가능하다면 配定된 貨車輛을 최대한 이용하고 殘量은 次善의 수단으로 輸送하는 計劃의 作成이 가능하다. 즉 「OAA < 30輛의 輸送分」이어야 한다는

O·D表(適正)

(單位: %, 원)

全	北	全	南	慶	北	慶	南	濟	州	計
DF	DG	DH	DI	DJ						
1,070.16	1,203.14	800.22	1,003.32	②2,032.88						
0	0	0	0	0						605,763
760.59	923.58	628.54	808.43	0						178,514
0	0	0	0	0						
1,075.32	1,175.28	1,094.53	1,336.78	0						529,139
0	0	0	0	0						
896.06	1,008.25	894.50	1,185.08	0						192,906
0	0	0	0	0						
1,432.98	1,418.68	1,656.75	1,349.02	①1,909.03						313,164
0	260,804	0	0	0						
1,537.50	1,324.40	1,151.55	①684.50	0						285,873
0	0	0	285,873	0						
③3,894.22	④4,044.48	①1,962.97	①1,457.76	0						184,853
0	0	0	184,853	0						
1,056.28	1,217.78	814.03	975.53	①1,750.35						
0	0	127,817	704,327	52,360						832,144
733.28	894.78	571.28	733.28	0						
0	15,455	275,922	0	0						394,754
814.03	975.53	652.53	814.03	0						
0	0	0	0	0						741,751
814.03	975.53	652.53	814.03	0						
0	0	0	0	0						699,163
733.28	894.78	652.53	814.03	0						
187,637	0	0	0	0						282,033
733.28	894.78	652.53	814.03	0						
0	84,840	0	0	0						411,404
187,637	341,099	403,739	1,175,053	52,360						5,651,461

條件式을 더 첨가하면 된다.

이상에서 열거한 몇가지의 修正要因은 資料의 뒷바침만 있다면 모두 쉽게 해결되는 성질의 것이다.

여하튼 일단 L·P에 의한 輸送計劃作業이 이루어진 이후에는 制約式(constraints)이나 運賃率의 변화가 일어나더라도 단지 당해 punch card 만을 바꾸어 끼움으로써 새로운 最適輸送網은 매일매일이라도 쉽게 計算해 낼 수 있다는 利點이 있다.

L·P模型에 의한 輸送計劃作成의 또하나의 利點은 각 生産工場의 適正한 生産량을 설정해 줄 수 있을 뿐만 아니라 갈뎃을 형성할 경우에는 각

메이커의 精確한 市場分割地域의 設定 및 精確한 輸送費單價의 事前豫測이 가능하다는 점이다.

끝으로 강조해 둘 만한 사실은 종전에는 개개 메이커의 販賣戰略 내지 경쟁 때문에 國民經濟全體에서 본 最適輸送計劃은 현실적으로 채택되어 갈 여지는 매우 적은 것이었다. 그러나 業者相互間의 지나친 경쟁을 배제할 목적으로 하는 시멘트 共販會社인 「韓國洋灰株式會社」가 이미 설립된 오늘에 있어서는 L·P模型에 의한 輸送計劃의 수립 문제는 業界自體의 이익만을 위해서도 그 필요성은 매우 절실하여졌으며 國民經濟的인 입장에서 매우 소망스러운 經營合理化의 한가지 방법으로 생각되는 바이다.

- 註 1) O·D表라 함은 地域間의 輸送 흐름을 구체적으로 나타내기 위하여 고안된 表의 형태를 가리킨다. 즉 發地(origin)에서 着地(destination)까지의 輸送量과 輸送單價를 알기 쉽게 표시한 것을 말한다.
- 2) A. Ghosh : *Efficiency in Location and Inter-regional Flows ; The Indian Cement Industry During the Five Year Plans 1950~1959, 1965, Amsterdam.*
- 3) 函數 및 制約條件으로는 本模型에서 제시한 4종 이외

에 필요에 따라 더 추가할 수 있다. 특히 말해 들 점은 원래 本模型을 확정하기 전에 세운 函數 및 制約條件은 區間別, 手段別, 輸送能力, 投資所要資金, 勞動力所要, 外資所要, 需要의 季節變動 등 17종에 亶하나 우리나라에서의 計算能力을 알 수 없었기 때문에 가장 기본적인 目的函數 및 制約條件만에 局限시킨 것이다. 앞으로는 本模型의 計算例에 따라 動學化하거나 현실의 충분한 반영을 위하여 函數와 制約條件을 확장할 수 있다.

近 着 外 國 圖 書

● CEMENT, LIME AND GRAVEL, September 1971

- * Editorial: Cement safety 1970
- * News and views
- * Two new RMC plants in the south-east
- * Problems facing a growing aggregates industry; A. G. MCLELLAN
- * The integral dry method of cement manufacture; J. P. LIPPMANN
- * International lime conference
- * Construction output to the end of 1972
- * Cement-weighing system now in service at Northfleet
- * Cement and concrete in South Africa
- * Cement and Concrete Association-Training programme and publications

● CEMENT, LIME AND GRAVEL, October 1971

- * Editorial: The big clean-up
- * News and views
- * Concrete pumping-its relevancy to the ready-mix industry; EMIL L, BAUGH
- * Capability of a concrete pipeline delivery system; C. W. TILDEN
- * Cement handling at a major public works contract
- * Defending the white cliffs of Broadstairs
- * Concrete strength prediction using accelerated curing
- * World cement news
- * Preservation of wildfowl research project financed by ARC
- * Cement and lime in Finland