시멘트輸送費節約을爲한 Liner Programming의應用

東洋시멘트工業株式会社
企劃管理部 吳 增

<內 容>

1. 輸送費의 重要性

시멘트는 그 価格에 比하여 重量物인 関係로 輸送費가 시멘트 単位重量当 차지하는 比重은 相当히 크다.

現在 各社工場으로부터 到着駅까지의 袋当全体平均運賃을 10원으로 보면 시멘트工場渡価格145원의 7%의 比重을 点하는 셈이 되며 이는 시멘트工場 運営을 為하여 所要되는 労務費가 차지하는 比重과 対等한 것이다.

이제 시멘트袋当 平均運賃을 10원으로 보고 国内総生産量 172万噸을 全量 国内에 輸送한다고 할때 運賃総額을 計算하면 시멘트工業이 運賃의 型態로서 支出하는 年間総額은 4億원以上의 莫大한 金額에 達한다. 이와 같이 시멘트 運賃은 莫大한 것이므로 輸送의 科学的合理性이 要請되는것이며 輸送의 合理化로 因하여 이金額의 一部라도 節約할 수 있다면 시멘트工業으로서는 크게 多幸한 일이 될것이다.

2. 輸送費의 節約可能性

시멘트工業에 있어서 輸送費의 重要性은 이미 오랜동안 認識되어 왔으며 이에따라 시멘트輸送費節約을 為한 各種方案이 考案되

어 先進諸国에서는 이미 널리 普及施用되고 있다。 特別히 注目할만한 最近의 発展은 大型輸送具를 利用하는 "벌크" 運搬으로서 이는 紙袋를 節約할 수 있을뿐 아니라 시멘트 単位重量当 輸送費를 節約할 수 있는 点에서 相当히 널리 盛行되고 있다고 알려졌다。

大型벌크運搬船이나 벌크積載貨車는 하나의 移動싸이로서 利用되고 있으며 벌크채로 運搬된 시멘트는 各需要地에 設置되어 있는 싸이로에 運搬되었다가 "막사" 듀럭等으로 使用現場까지 運搬됨으로써 操作費와 運賃 및 紙袋의 節約을 期하고 있는것이다。 이外에도 要所에 粉砕工場을 建設해 놓고 크링카를 運搬하여 粉砕後 包装出荷하는 方法도 盛行되고 있다。 그러나 以上에서 言及한 諸方法은 相当한 投資를 所要하는 事業으로서 그 経済性의 検討를 要하는 것이며 이에 따라서 이러한 問題는 別途検討를 為하여 一但 此稿에서는 取扱하지 않기로하고 여기에서 輸送費節約을 論할때에는 現在与件下에서 어떻게 輸送을 合理化할 수 있을 것인가를 検討하는데 그친다。

輸送費는 一般的으로 다음式으로 表示될 수 있는데

$$C = R \times W \times D$$

C ; 総輸送費

R ; 単位重量을 単位距離運搬하는 賃率

W ; 総重量

D ; 輸送距離

毎 Km 마다 1屯을 運搬하는데 所要되는 運賃은 政府에서 策定하고 있는 鉄道料金으로서 시멘트工業이 管理할 수 없는 性質의 Factor 이며 또한 総重量 W는 輸送하여야 할 172万噸으로서 이것을 줄여서 輸送費를 節約하고자 할 사람은 하나도 없을 것이다。

勿論 輸出産業으로서의 鉄道運賃割引等 特別措置를 받을수도 있으며 벌크輸送이나 크링카채로의 輸送으로서 輸送費를 節約할 수

없는것도 아니다。 그러나 이 두 Factor는 시멘트工業이 管理할 수 없는 Factor로서 여기서는 論外로 돌리고 나머지 輸送距離短縮을 通한 輸送費節約에 対하여만 考察한다。

여기에서 輸送距離라 함은 어느期間中 各生産工場에서 全国需要地까지의 距離의 総和를 意味하는 것으로서 一定地域間의 距離를 短縮한다는 뜻과 混同해서는 안된다。

3. Linear Programming의 概念

위와 같은 輸送問題의 合理的解決을 얻는데는 最近에 発達한 Linear Programmig을 応用 할 수 있다。 Linear Programming은 第二次世界大戦中 戦時必要에 따라 急激히 発展된 科学的方法의 하나로서 制限된 資源을 最有利하게 活用하는 諸般問題를 解決하는 最新手段이다。

戦時中 作戦에 있어서 制限된 兵力과 艦艇 및 飛行機等을 어떻게 迅速하게 必要한 곳에 配置할것인가 하는 問題는 戦争의 勝敗를 左右하는 問題로서 至極히 重大한 問題이며 不確実한 経験에 依한 判断에 따라 決定된다는 것은 危険하기 그지 없는 것이다。

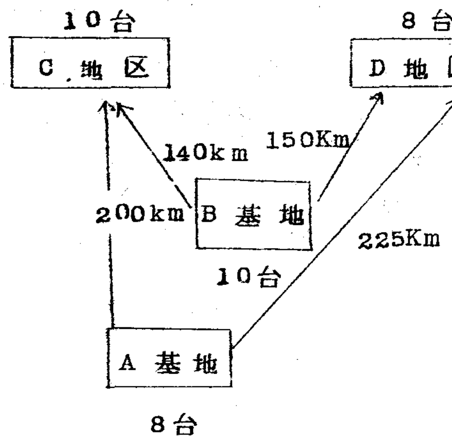
이제 Linear Programming을 応用하는 問題를 理解하기 쉽도록 第一 簡単한 例를 들어 説明한다。

<例> 지금 막 戦争이 터져서 C戦闘地区 및 D戦闘地区에서는 各々 10台 및 8台의 탱크의 緊急増派를 作戦本部에서 要請해 왔다。 지금 A基地에는 8台의 탱크가 그리고 B基地에는 10台의 탱크가 待機状態에 있다。 各基地로 부터 戦闘地区까지의 距離가 各々 下図와 같을때 作戦本部는 어떻게 탱크를 配置하므로서 C, D 両戦闘地区로 탱크를 派遣할것인가?

여기서 距離는 곧 時間을 意味하는 것으로서 탱크의 運行距離가 짧도록 하여 最短時間内에 탱크가 現地에 到着하도록 措置함

이 作戰本部의 任務이며 勝敗를 左右하는 決定이다.

<그림 1>



<그림 1>을 놓고 볼때 B基地는 C 戰鬪地区에서 가까우니만치 B 基地에서 C 地区로 10台를 配置하고 A基地에서 D地区로 8台를 配置할 수 있다. 또 A基地에서 D地区는 4経路中 最長距離이므로 A D를 全然 利用하지 않고 A 基地에서 C 地区로 8台를 配置하고 B基地에서 C 地区로 所要不足의 2台를 보내고 나머지 8台는 D地区로 配置하는 方法이 있다.

위에서 본 두가지 方法中 어느方法이 有利한가는 다음計算으로서 簡単히 比較할 수 있는데

前案의(140km×10台)+(225km×8台)에 依한 3200km와 後案의(200km×8台)+(140km×2)+(150km×8)에 依한 3080km中 後案이 120km를 節約할 수 있음을 알 수 있으므로 後案대로 配置함이 妥当할것이다.

위와같은 単純한 配置問題는 鋭利한 判断에 依하거나 或은 簡単한 計算으로서 最善의 配置方法이 나올 수 있지만 万若 10個의 基地에서 20個의 戰鬪地区로 約千台의 탱크를 配置하는데에는 위와같은 単純한 計算으로는 最善의 配置를 求할 수 없을것이다. Linear Programming은 이와같은 複雜한 問題中 여러

代案中에서 最善의 配置를 求하는데 應用될 수 있는 手法으로서 이 論題인 시멘트輸送의 合理化를 期하여 輸送費를 最小化하는 技法으로서 應用될 수 있다。 위의 탱크配置問題는 輸送問題와 비슷한 것으로서 이제 簡単한 시멘트輸送模型을 假定하고 Linear Programming 을 應用하여 最小의 輸送費가 되도록 配置하는 方法을 考察한다。

4. 시멘트輸送과 Linear Programming 의 應用

Linear Programming 에는 數種의 解法이 있는데 여기서는 " Step Stone Method " 와 數字式化解法의 두가지方法으로 아래와 같은 시멘트輸送問題의 例에서 最經濟的輸送計劃을 樹立코저 한다

<例題>

1965年3月中 A工場 B工場 및 C工場의 出荷豫定量이 各々 8万袋 13万袋 11万袋라고 하고 W道, X道, Y道, Z道의 需要豫定量이 各々 7万袋, 10万袋, 6万袋 및 9万袋라고 하며 各工場에서 各道까지의 袋当平均運賃이 <表1>과 같다고 할때 月

<表1>

袋 当 運 賃 表

(単位: 원)

道 / 工場	W	X	Y	Z
A	10	22	10	20
B	15	20	12	8
C	20	12	10	15

註: 이 表는 袋当運賃을 表示한 것으로 A工場에서 X道까지의 袋当平均運賃은 22원이고 C工場에서 Y道까지는 10원이라는 것이다。

中輸要量 32万袋를 輸送함에 있어 各工場에서 各道로 몇袋式 配定하면 全体輸送費가 最小로 될 수 있을까를 檢討한다.

<解1> 段階的方法 (Stepping Stone Method)

<表2>는 Distribution Matrix (分配模型) 으로서 問題中의 需給量 및 各地域間의 運賃을 同時에 보기쉽게 表示한것이다. 이表를 基礎로 Linear Programming 解法의 基礎인 "Stepping Stone" 法으로 最経済的輸送方法을 求한다. 이 "Stepping Stone" 法은 美国의 W. W. Cooper 및 A. Charnes 教授의 業績으로 Linear Programming 을 理解하는데 도움이 되는 基礎手法이다.

<表2> Distribution Matrix

(分配模型)

道 / 工場	W	X	Y	Z	出荷配定量(袋)
A	10	22	10	20	8 万
B	15	20	12	8	13 万
C	20	12	10	15	11 万
需要量 (袋)	7 万	10 万	6 万	9 万	32 万

(第一段階)

輸送費를 考慮하지 않고 먼저 <表2>의 分配模型 左上部 (西北部) 空間으로부터 需給量만을 맞추어 任意로 輸送量을 分配한다. 即 A工場은 8万袋를 出荷하여야 하는데 W道에서 7万袋 所要되므로 먼저 A工場에서 W道로 7万袋를 配定하고 A工場의 出荷配定量中 나머지 1万袋를 X道로 配定한다.

다음에는 B工場出荷配定量 13万袋를 配定하는 問題인데 W道는 이미 A工場에서 出荷토록 配定하였으므로 X道에의 出荷不足量 9万袋를 B工場에서 配定하고 B工場에서의 出荷配定量 13万袋中 나머지 4万袋는 Y道로 配定한다.

이와 같은 方法으로 左上部(西北部)로 부터 逐次的으로 需給量을 맞추어 配定하면 <表3>과 같이 되는데 이것이 本解法의 基本解答으로서 総運賃은 ₩4,750,000이 된다.

(10원)(70,000)+(22)(10,000)+(20)(90,000)+(12)(40,000)+(10)(20,000)+(15)(90,000)=₩4,750,000

(第二段階)

輸送費를 不考하고 西北部空間으로부터 輸送計劃을 作成한 結果 第1段階와 같이 全体輸送費는 ₩4,750,000으로 計算되었다. 그러면 똑 같은 32万袋를 輸送하기 為하여 ₩4,750,000以下의 輸送費로서는 輸送이 不可能한것일까? 이제 第2段階에서는

<表3> 西北配置에 依한基礎分配

道 工場	W	X	Y	Z	出荷 配定量(袋)
A	10 7	22 1	10	20	8 万
B	15	20 9	12 4	8	13 万
C	20	12	10 2	15 9	11 万
需要量(袋)	7 万	10 万	6 万	9 万	32 万

任意로 作成된 第1段階의 配置量을 變動시켜봄으로써 全体輸送費에 어떤 變動이 있는가를 檢討해 본다.

万若 既配置量（＜表3＞）의 再配置로서 全体輸送費가 節約될 수 있다면 ＜表3＞의 輸送計劃은 最経済的이 못된다는 것을 意味하며 輸送計劃이 再編成되어야 함을 말하는 것이다。 勿論 配置量의 変動이 輸送費의 増加는 되지 減少는 不可能할때에 그때의 輸送計劃이 最経済的인 것임은 두말할 必要가 없다。

이제 ＜表3＞의 分配量에 어떤 改良을 할 수 있을것인가를 試験하기 為하여 ＜表4＞와 같이 BX空間으로부터 BW空間으로 1袋를 移動시킴이 経済的인가 아닌가를 検討한다。 이때 出荷配定量과 需要量에는 変動이 없도록 BX에서 1袋를 BW로 移動시키고 AW에서 1袋를 AX로 移動시키면 BW空間으로 1袋를

＜表4＞ BW空間의 評価

工場 ＼ 道	W	X	Y	Z	出荷配定量(袋)
A	10 (−) 7	22 1 (+)	10	20	8万
B	15 (+)	20 9 (−)	12 4	8	13万
C	20	12	10 2	15 9	11万
需要量(袋)	7万	10万	6万	9万	32万

移動시킴에 따른 輸送費의 変動은 다음과 같이 7원의 増加가 있음을 알 수 있다。

$$+15-10+22-20=+7$$

따라서 BW로 1袋를 移動시킴은 無謀하다는 結論이 되며 1袋以上을 移動하면 할수록 그에 比例하여 輸送費가 増加될것이므로 이 移動은 하지않고 元計劃대로 둠이 有利함을 알 수 있다。

이와 같은 方法에 따라 順序的으로 各 空欄을 検討하여야 하는

데 移動型態는 <表 4 >와 같이 恒常 矩形은 아니다。 이제 <表 5 >와 같이 C W空欄으로 1袋를 移動할때 輸送費의 變化가 어떨것인가를 檢討한다。

C W空欄을 評価함에 있어서 화살표의 移動方向은 評価할 空欄 (여기서는 C W 空欄) 으로부터 始作하여 配定量이 있는 欄으로만 따라서 時計方向으로 화살표를 그어 移動시켜야 한다。 이렇

<表 5 >　C W空間의評価

道 ＼ 工場	W	X	Y	Z	出荷 配定量(袋)
A	10 (−) 7	22 (+) 1	10	20	8 万
B	15	20 (−) 9	12 (+) 4	8	13 万
C	20 (+)	12	10 2 (−)	15 9	11 万
需要量 (袋)	7 万	10 万	6 万	9 万	32 万

게 <表 5 >와 같이 A W , A X , B X , B Y , C Y 및 C W의 順序로 1袋를 變動시켜 볼때 一袋의 移動에 따른 輸送費의 變動은 1 4 원의 增加가 있음이 다음 計算으로 나타난다。 評価할 C W에는 ＋2 0－1 0＋2 2－2 0＋1 2－1 0＝＋1 4

1袋를 追加配定 코자 하기 때문에 (＋) 記号로 始作해서 移動方向을 따라 交代로 記号를 바꾸어 부친다。 이 計算으로 미루어 볼때 C Y에서 一袋를 C W로 再配定하므로서 輸送費는 1 4 원이 增加하므로 이러한 再配定은 不利함을 알 수 있다。

따라서 W列은 2個의 空欄의 移動이 不利하다는 結論을 얻었으므로 다음에는 X列의 評価를 始作한다。 여기에서 評価를 要하는 空欄은 C X뿐이므로 같은 方法으로 <表 6 >과 같이 C X

空欄을 評価한다。

여기에서 <表6>과 같이 CY에서 CX로 1袋를 移動하면 輸送費는 아래 計算과 같이 袋当6원을 節約할 수 있음을 알 수 있다。 따라서 CX로 最大限의 袋數를 移動시키는 것이 有利한

$$+12-20+12-10=-6$$

데 <表6>에서 볼수 있는바와 같이 CY에서 CX로 移動시킬 수 있는 最大量은 2万袋이므로 <表7>과 같이 2万袋를 CX

<表6> CX空欄의 評価

工場 \ 道	W	X	Y	Z	出荷配定量(袋)
A	10 ⑦	22 ①	10	20	8万
B	15	20 (−) ⑨	12 (+) ④	8	13万
C	20	12 (+)	10 (−) ②	15 ⑨	11万
需要量(袋)	7万	10万	6万	9万	32万

로 輸送한다。<表7>과 같이 移動할때 輸送費는 <表6>에 比하여 12万원의 節約을 期할 수 있다。

이제 <表7>을 보면 CX에 2万袋를 配定하므로서 BX의 9万袋는 自動的으로 7万袋로 줄어야 되고 BY는 6万袋로 配定되며 CY는 空欄으로 남게 된다。 따라서 이前에 이미 評価한 바 있는 CW欄等을 같은 方法을 되풀이 하므로서 再評価되어 새로운 移動이 더 以上 輸送費의 減少를 얻을 수 없을때까지 継続 評価되어야 한다。 이 全体空欄의 評価는 紙面関係로 省略하겠으나 6空欄의 評価結果 처음에는 BW, CW 및 CY는 変動

<表7> CX로의 配定後

道 / 工場	W	X	Y	Z	出荷配定量(袋)
A	10 ⑦	22 ①	10	20	8 万
B	15	20 ⑦	12 ⑥	8	13 万
C	20	12 ②	10 ⑩	15 ⑨	11 万
需要量(袋)	7 万	10 万	6 万	9 万	32 万

의 必要가 없었으나 CX, AY, AZ, 및 BZ는 逐次的으로 移動시킴이 有利하였으며, 두번째에는 BW, CW, AX및 BX는 變動의 必要가 없엇으나 AY와 CY는 變動시킴이 有利하였다. 이렇게 複雜한 手続을 거쳐서 <表8>와 같이 最終的으로 最經濟的 輸送計劃을 求하였는데 <表8>의 輸送計劃에 依한 輸送費는 ₩3,300,000으로서 当初의 <表3>에 依한 輸送費

(10)(70,000)+(10)(10,000)+(12)(40,000)+(8)(90,000)
+(12)(100,000)+(10)(10,00)=₩3,300,000

₩4,750,000에 比하여 約30%以上의 節約이 可能하였음을 証明하였다.

勿論 다음과같은 解法은 複雜하고 지루한 方法이나 이와같은 計算은 電子計算機가 쉽게 処理할 수 있으므로 그리 問題될것이 없다. 이러한 方法을 改良한 方法으로 MODI法(修正分配方法)이 있으나 여기서는 說明을 略하고 第二解法으로서 分配問題를 數学的으로 한다.

＜表 8＞ 最経済的輸送計劃

道 / 工場	W	X	Y	Z	出荷配定量(袋)
A	10 ⑦	22	10 ①	20	8 万
B	15	20	12 ④	8 ⑨	13 万
C	20	12 ⑩	10 ①	15	11 万
需要量(袋)	7 万	10 万	6 万	9 万	32 万

＜第 2解法＞ 分配問題의 數式化

이제 시멘트輸送問題를 數式化하여 數学的解法으로서 最経済的 輸送計劃을 樹立코자 한다。

(1) W, X, Y, Z道로의 輸送量의 和는 各工場의 出荷配定量과 같다。即 A工場에서 W,X,Y,Z道로 輸送할 量은 8万袋이라는 뜻이며 A,B,C 各工場에 対하여 이를 數式化하면 公式 (1),(2),(3)을 얻을 수 있다。이제 x를 變數라고 하고 x_{AW}를 A工場에서 W道로의 配定量이라고 하면

$$x_{AW}+x_{AX}+x_{AY}+x_{AZ}=80,000 \text{ —— } (1)$$
$$x_{BW}+x_{BX}+x_{BY}+x_{BZ}=130,000 \text{ —— } (2)$$
$$x_{CW}+x_{CX}+x_{CY}+x_{CZ}=110,000 \text{ —— } (3)$$

(2) 또한 A, B, C工場에서 輸送받을 量의 和는 各道의 必要量과 같다。即 W道가 A, B, C工場으로부터 輸送받을 総量은 70,000袋라는 뜻이며 W, X, Y, Z 各道에 対하여 이를 數式化하면 公式(4)(5)(6)(7)을 얻을 수 있다。

(3) 또한 輸送計劃을 樹立하는 目的은 総輸送費가 最小가 되도록 하는것이므로 輸送計劃의 目的式은 다음과 같이 쓸수있다

$$10x_{AW}+15x_{BW}+20x_{CW}+22x_{AX}+20x_{BX}+12x_{CX}+10x_{AY}+12x_{BY}+10x_{CY}+20x_{AZ}+8x_{BZ}+15x_{CZ}=\text{最小} \quad (8)$$

公式(1)~(7)은 시멘트 輸送問題를 數式化한 것이고 公式(8)은 目的을 表示한 式이다。그런데 이 式을 보면 未知數는 12個임에 對하여 公式은 7個밖에 없으므로 聯立方程式을 푸는데 있어서 公式에 比하여 未知數가 많으므로 聯立方程式으로는 풀수 없다。(代數에서 2個의 未知數는 2個의 公式으로 풀수 있고 3個의 未知數는 3個의 公式이 있으면 풀수 있음은 너무나 잘 아는 事實이다。)

그러나 <表8>의 最經濟的解法을 볼때 12種의 輸送路中에서 6個의 路線은 使用되지 않음을 알수 있다。一般的으로 m工場에서 n目的地로 輸送하는 問題에 있어서 使用되지 않는 路線의 數는 {(m)×(n)−(m+n−1)}個 있음이 알려졌으며 이事實이 곧 Linear Programming의 基礎가 되는것이다。

따라서 여기서 例를 든 시멘트輸送問題에 있어서는 12−(3+4−1)=6個의 "0"가 있다고 할 수 있으므로 未知數는 6個에 不過하며 式이 未知數보다 더 많은 結果가 된다。그런데 우리는 12個의 未知數中 어떤 6個가 "0"인가를 모름으로 12個中 任意의 6個를 "0"로 取하여 이를 代入해서 公式이 滿足되는때 最善의 配置를 얻을수 밖에 없다。

實際로 12個의 未知數中 6個를 "0"로 取하는 方法은 ${}_{12}C_6$ $=\dfrac{12!}{6!\,6!}=924$種으로서 이 全体의 組合을 取하여 試驗하는 것은 大端히 複雜한 일이다。더군다나 工場의 數와 到着地의 數가 많아지면 이 計算은 더욱 複雜해지며 產業界에서 利用코자 할때는 電子計算機를 利用치 않고는 거의 그應用이 不可能한 것이다。

그러나 Linear Programming은 앞의 시멘트輸送例題에 있어

서 924種의 組合을 全部 取하여 未知數를 求한 後 目的式에 代入하여 全体輸送費를 算出 比較하는것이 아니고 最經濟的 解答이 試行錯誤中 얻어졌을때에는 全体를 計算比較할 必要가 없이 最經濟的 解答이라는 것을 곧 알수 있게 하므로 不必要한 計算을 相當量節約할수 있게 하는것이다.

이제 任意로 x_{BW}, x_{CW}, x_{AX}, x_{BX}, x_{AZ} 및 x_{BZ}를 "0"로 公式(1)~(7)에 代入하면

$$x_{AW}+\overset{0}{x_{AX}}+x_{AY}+\overset{0}{x_{AZ}}=80,000 \quad \text{—(1a)}$$

$$\overset{0}{x_{BW}}+\overset{0}{x_{BX}}+x_{BY}+\overset{0}{x_{BZ}}=130,000 \quad \text{—(2a)}$$

$$\overset{0}{x_{CW}}+x_{CX}+x_{CY}+x_{CZ}=110,000 \quad \text{—(3a)}$$

$$x_{AW}+\overset{0}{x_{BW}}+\overset{0}{x_{CW}}=70,000 \quad \text{—(4a)}$$

$$\overset{0}{x_{AX}}+\overset{0}{x_{BX}}+x_{CX}=100,000 \quad \text{—(5a)}$$

$$x_{AY}+x_{BY}+x_{CY}=60,000 \quad \text{—(6a)}$$

$$\overset{0}{x_{AZ}}+\overset{0}{x_{BZ}}+x_{CZ}=90,000 \quad \text{—(7a)}$$

(2a)에서 $x_{BY}=130,000$

(4a)에서 $x_{AW}=70,000$

(5a)에서 $x_{CY}=100,000$

(7a)에서 $x_{CZ}=90,000$ 이 되며

이를 다시 代入하면

(1a)에서 $x_{AY}=10,000$ 이되나

$x_{CX}=100,000$과 $x_{CZ}=90,000$을 (3a)에 代入하면

$x_{CY} = -80,000$ 이 되는데 輸送量은 (—) 記号가 될수 없으므로 "0"의 選定이 잘못 되었음을 말해줌과 同時에 輸送計劃이 成立되지 않음을 意味한다.

그러나 이제 x_{BW}, x_{CW}, x_{AX}, x_{BX} x_{AZ} 및 x_{CZ}를 "0"으로 代入하면 같은 方式으로 $x_{AW} = 70,000$, $x_{CX} = 100,000$ $x_{BZ} = 90,000$을 直接 求할수 있으며 이를 基礎로 $x_{AY} = 10,000$, $x_{BY} = 40,000$을 求할 수 있으며 $x_{CY} = 10,000$ 임을 計算해 낼수 있다. 이計算에서 公式 (6)은 使用되지 않는데 上記値를(6)式에 代入하면 $x_{AY} + x_{BY} + x_{CY} = 60,000$ 으로 이式도 滿足시킴을 알 수 있다. 따라서 이 解答이 곧 最終의 最経済的輸送計劃임을 알수 있으며 이 結果는 <解法1> 에서 얻은 最経済的輸送計劃 <表8>과 一致됨을 알수 있다.

4. 結　言

시멘트輸送計劃을 最経済的으로 樹立하기 為하여 지금까지 Linear Programming의 두가지 解法을 說明하였다. 現在 시멘트工業이 支出하고 있는 年間 輸送費総額은 年4億원 以上에 達하므로 Linear Programming을 利用하여 시멘트 輸送計劃을 合理的으로 樹立하므로서 相当한 節約을 期할 수 있음을 보았다. 万若 시멘트工業이 이러한 새로운 技法을 배워서 応用할 때에는 시멘트工業은 年4億원의 輸送費中 2~3割을 容易하게 節約할 수 있을것으로 確信하며 시멘트工業界의 最高経営者로 부터 輸送担当者에 이르기까지 Linear Programming의 新技法의 研究와 導入応用에 努力해야 될것으로 생각한다.