

# 소봉제품의 시장생산 모형 구축에 관한 연구

김 수 홍 · 유 정 빈

## 요약

소봉제품에 대한 시장생산 모형을 만들기 위하여 과거 자료에서 마련된 수량화된 기초 자료를 통계적으로 분석하고 미래의 생산량을 예측하였다. 출고량에 의한 기초 자료의 통계분석 결과에서 여러 가지 계량적 시계열 분석 방법들 중 STEPAR 방법에 의한 예측 방법이 가장 우수한 것으로 나타났다. 통계분석의 결과로 나타난 출고량에 대한 예측값은 생산량을 결정하는데 있어서 매우 중요한 정보이다. 각 소봉제품들에 대해서 미래의 생산량에 대한 예측값을 STEPAR방법에 의하여 얻었다. 이 예측값들의 95% 신뢰 구간의 폭이 상당히 넓게 나왔다. 이를 개선하기 위하여 체계적인 데이터 베이스 시스템을 구축하고, 수요-생산-재고의 종합적인 관리를 하며, 이를 뒷받침하기 위한 통합 전산 시스템을 구축해야 할 것이다.

## A Study on Market-Production Model Building for Small Bar Steels

Soo-hong Kim · Jeong-bin Yoo

## ABSTRACT

A forecast on the past output data sets of small bar steels is very important information to make a decision on the future production quantities. In many cases, however, it has been mainly determined by experience ( or rule of thumb ).

In this paper, past basic data sets of each small bar steels are statistically analyzed by some graphical and statistical forecasting methods. This work is mainly done by SAS. Among various quantitative forecasting methods in SAS, STEPAR forecasting method was best performed to the above data sets. By the method, the future production quantities of each small bar steels are forecasted.

As a result of this statistical analysis, 95% confidence intervals for future forecast quantities are very wide. To improve this problem, a suitable systematic database system, integrated management system of demand-production-inventory and integrated computer system should be required.

# 1. 서론

부단하게 변동하는 시장 수요에 따라 제품의 생산량을 신속성있게 결정하는 시장생산 시스템에서 가장 중요한 것이 수요 예측이다. 그러나 대부분의 기업에서는 시장 수요에 대한 예측의 중요성을 인식하고 있을 지라도 실제적으로는 주로 관리자들과의 경험 등에만 의존한 주관적인 판단에 따라 결정되어지고 있다. 또한 신규사업 등의 경우 외국이나 국내의 비슷한 상황을 거쳐간 기관들의 과거의 실제 값들을 그대로 사용하는 경우도 많다. 예측에 있어서의 중요한 기법들, 특히 각종 시계열분석과 같은 계량적인 예측방법은 이의 이해와 적용에 있어서 어려움이 많다는 이유로 회피되고 있는 실정이다.

계량적인 예측 모형들은 크게 시계열 모형(time series model)과 인과 모형(causal model)으로 구분된다. 시계열 모형의 분석방법에는 평활법, 다항추세모형에 의한 회귀분석법, ARIMA 방법 그리고 분해기법 등 여러가지가 있으나 널리 사용되는 것으로 실무적으로 기업에서 많이 사용하고 있는 대표적인 방법은 평활법이다. SAS의 FORECAST 절차에서 제공하고 있는 네가지 시계열분석기법들을 간단히 살펴보면 다음과 같다.

(1) STEPARE 방법 또는 단계적 자기 회귀 방법(stepwise autoregressive method) : 이는 시계열 자료의 장기적인 추세를 나타내는 다항식을 최소제곱추정치로 추정 한 뒤, 여기서 얻은 잔차들을 사용하여 일종의 후향예측법으로 적당한 AR모형에 접합시키고 이 모형을 사용하여 예측을 하는 방법이다. 이 추정값들은 최적에 가깝고 계산이 편하여 자주 사용된다. FORECAST 절차에서의 옵션은 METHOD= STEPARE 이다.

(2) 지수 평활법 (exponential smoothing method) : 이는 단순 이동 평균 방법의 단점들을 보완시킨 방법으로서, 과거 자료의 가장 평균값에 해당된다. 이는 가장 최근의 관찰치에 가장 큰 가중치를 부여하고 과거로 감에 따라 지수적으로 감소하는 가중치를 부여하여 가중 평균을 구하는 방법이다. 단순지수평활값( $s_t$ )은 바로 전 시점의 단순지수평활값( $s_{t-1}$ )에다 가장

최근의 예측 오차( $e_t=y_t-s_{t-1}$ )의 일부분인 평활 계수( $\alpha$ )의 비율만큼 더한 값이다. 이 단순지수평활값이 미래의 예측치가 된다. FORECAST 절차에서의 옵션은 METHOD= EXPO 이다.

(3) Winters의 승법계절지수평활법: 이는 선형 추세와 계절 요인을 갖는 시계열 자료를 분석하기 위한 지수평활방법이다. 특히 시계열의 분산이 시계열의 값의 크기에 따라 증가하는 경우 적용된다. FORECAST 절차에서의 옵션은 METHOD= WINTERS 이다.

(4) Winters의 가법계절지수평활법: 이는 선형 추세와 계절요인을 갖는 시계열자료를 분석하기 위한 지수평활방법이다. 특히 시계열의 분산이 시계열의 값의 크기에 따라 변동이 없는 경우 적용된다. FORECAST 절차에서의 옵션은 METHOD= ADDWINTERS 이다.

H철강에서 6개 종류(DB, HB, RB, PB, EA, FB)의 소봉제품들이 생산되고 있으며, 이들 제품들의 생산량은 관리자들과의 경험 등에 의한 주관적인 판단에 따라 결정되어 왔다. 이러한 주먹구구식 생산량의 결정은 원활한 공정 관리와 재고관리의 표준화에 문제를 발생시킬 수 있다. 따라서 본 연구의 목적은 이들 제품의 생산량에 대한 모형을 구축하기 위하여 과거자료를 통계적으로 분석하고 미래의 생산량을 예측하여, 회사의 소봉제품 생산관리에 도움이 되도록 하며, 결과적으로 회사의 TQM(Total Quality Management)달성에 도움이 되도록 하는 것이다.

## 2. H철강의 자료 분석 방법

### 2.1 시계열 자료의 준비

H철강에서 생산되는 소봉제품은 6개 종류의 제품(DB, HB, RB, PB, EA, FB)이 있고, 각각의 제품들은 몇 가지의 규격으로 구분된다. 각각의 소봉제품들에 대한 자료는 1987년 1월부터 1995년 11월까지의  $n=107$ 의 월별 자료로 구성되어 있고, 또한 각 제품들은 몇 가지의 규격과 출고량(판매량), 입고량(생산량),

재고량으로 분류되었고, 출고량과 입고량은 다시 내수와 수출로 분류되어있다. 덧붙여서 1995년 12월 자료는 원자료가 제공되지 않아 분기별 자료와 년도별 자료의 분석시에 1993년과 1994년의 12월 자료의 평균값으로 대체하였다. 또한 Quattro를 사용한 초기분석(시계열산포도 및 이동평균 등)을 통하여 이들 자료 중에서 3개 제품종류(DB, HB, RB)만이 분석이 가능하다는 사실이 밝혀졌다. 본 연구에서는 여러가지 제약상 HB10 제품을 분석의 대상으로 삼기로 한다. (실제는 HB10, HB13, HB16을 분석하였다.)

## 2.2 시계열 자료의 분석방법

초기 분석 방법으로 Quattro를 사용하여 HB10 제품에 대한 각 규격별 출고량에 대한 산포도를 월별, 분기별, 년도별 산포도를 이동평균과 더불어 그려보았다. 여기서 이동 평균(Moving Average)은 원 자료에 의한 월별, 분기별 변동으로 인하여 발생하는 확률 오차가 크기 때문에, 이 오차를 평활(smoothing)시켜서, 전반적인 추세를 분석하는데 도움을 준다. 이를 이용하는 데는 period를 결정해 주어야 한다. 여기서는 1년 단위의 평활을 위하여 월별 자료에 대해서는 period를 12로 하는 이동 평균을 구하여 plotting을 하였고, 분기별 자료에 대하여는 period를 4로 하여 이동평균에 의한 plotting을 만들어 보았다.

기존에 알려진 ARIMA 모형에 의한 미래의 출고량에 대한 모형 예측을 하여 보았으나, 그 결과 각 제품별 최적의 모형 설정과 예측에 있어서 자료의 변화가 상당히 커서 많은 문제(적합한 모형을 찾기가 어려웠고, 이때의 미래 시점에 대한 예측값은 대부분 평균값으로 일정하게 나타난다.)가 발생하여, 예측값을 추정하는 새로운 예측방법인 평활법(Smoothing Method)을 사용하였다. 이 평활법은 주어진 시계열 자료에 적합한 모형을 구하는 방법이라기보다는 과거의 자료들을 가지고 미래의 값을 예측하는 예측기법이다. 이러한 평활법에는 네가지 방법이 있는데 그것은 다음과 같다. (1) STEPAR방법 또는 단계적 자기회귀 방법(stepwise autoregressive method)(2) 지수평활법(exponential smoothing method) (3)Winters의 승법계절지수 평활법

(4) Winters의 가법계절지수 평활법

## 2.3 시계열 모형의 식별

앞의 네 가지 평활법은 각각 장, 단점을 갖고 있어서 자료의 성격에 따라 최적 방법이 달라 질 수 있다. 따라서 이 네 가지 방법 중에서 최적 예측방법을 찾기 위하여 다음 두가지 기준(criterion)을 고려하였다. 첫째, 기준측도(measure)로 오차항의 표준편차 추정값(SAS에서 SIGMA으로 출력)을 비교하여, 이 값이 최소가 되는 예측 방법을 선택한다. 둘째, 이 값들을 비교하면서 또한 전반적인 추세 변화를 고려한다. STEPAR 방법은 Trend를 1--3 까지 변화시켜 보았고, 나머지 세 가지 방법들은 가중치(weight;  $0 < \omega < 1$ )를 0.1 간격으로 변화시켜 가면서, 먼저 SIGMA 값을 비교하여 최소가 되는 예측 방법을 선택하였다. (여기서 STEPAR의 Trend는 변화의 추세를 반영한다. 예를 들어 Trend=1은 추세가 없는 것을 나타내고, Trend=2는 직선적 감소 내지는 증가를 나타내며, Trend=3은 2차곡선적인 변화를 의미한다. 또한 가중치는 그 값이 1에 가까울 수록 미래 예측시점에 가까운 과거 자료의 영향력을 크게 해준다는 의미이다.) [표 1] - [표 2]은 월별자료, 분기별자료, 년도별자료에 대하여 Trend를 1, 2, 3으로 변화시키면서 각 방법을 적용하여 시계열분석을 하였을 때 나온 오차항의 표준편차 추정값, 즉 SAS에서 SIGMA로 출력되는 값이다.

[표 1] HB10 에서 오차항의 표준편차 추정값  
[Table 1] The estimates of standard deviation (SIGMA) for HB10

분석 방법	추정 계수	월별 자료	분기별 자료	년도별 자료
STEPAR 방법	T=1	1,554,600	4,167,927	21,583,039
	T=2	1,352,190	4,053,780	14,771,202
	T=3	1,539,724	4,004,239	14,492,988
지수평활법	T=1	$\omega=0.4$ 1,592,332	$\omega=0.7$ 4,210,577	$\omega=0.7$ 20,560,596
	T=2	$\omega=0.2$ 1,668,700	$\omega=0.3$ 4,608,265	$\omega=0.3$ 24,477,067
	T=3	$\omega=0.1$ 1,692,581	$\omega=0.2$ 4,970,924	$\omega=0.2$ 28,219,886
Winters 승법계절지수평활법	T=1	$\omega=0.3$ 1,824,528	$\omega=0.6$ 4,678,150	$\omega=0.7$ 20,560,596
	T=2	$\omega=0.2$ 2,045,729	$\omega=0.5$ 5,399,961	$\omega=0.3$ 24,941,464
	T=3	$\omega=0.2$ 2,796,458	$\omega=0.2$ 6,413,925	$\omega=0.3$ 30,042,151
Winters 가법계절지수평활법	T=1	$\omega=0.4$ 1,734,780	$\omega=0.7$ 4,615,168	$\omega=0.7$ 20,560,596
	T=2	$\omega=0.2$ 1,906,708	$\omega=0.4$ 5,472,362	$\omega=0.3$ 24,941,464
	T=3	$\omega=0.2$ 2,455,445	$\omega=0.2$ 6,281,207	$\omega=0.3$ 30,042,151

[표 1]을 살펴보면, 모든 제품에서 그리고 모든 가중치와 Trend에서 STEPAR 방법이 가장 작은 SIGMA 값을 갖는 것으로 나타났다. STEPAR 모형 중에서 HB13의 월별 자료를 제외하고는 최소의 오차항 표준편차값을 갖는 Trend로 선택하였고, 초기분석 단계에서 검토된 추세변화와 일치하는 것으로 판단되었다. [표 2]는 위와 같은 두가지 기준에 의해 선택된 방법과 Trend를 보여주고 있다.

[표 2] 각 소비제품의 최적 예측 방법  
[Table 2] The optimal estimation methods for HB10

제품	월	분기	년도
HB10	STEPAR(Trend=3)	STEPAR(Trend=3)	STEPAR(Trend=3)

이 출고량 자료의 통계적 분석에서 어려운 점은 각 제품들의 출고량의 변화의 폭(분산)이 너무 커서, 예측값에 대한 95% 신뢰 구간의 폭이 상당히 크게 나타났으며, 또한 그 가운데서 어떤 주기적 경향을 파악하기에는 자료의 수가 부족하였다는 점이다. 따라서 생산량을 결정할 때는 자료분석에 의한 예측치와 외부 및 내부 요인의 변화 등을 고려하여 95% 신뢰구간의 범위에서 적절히 조절하는 것이 적절한 전략으로 판단된다. 또한 이러한 문제는 계속적으로 누적된 자료의 수가 많아지고 출고량에 영향을 미치는 여러 요인들의 영향력이 안정적으로 되어지면 비교적 정확한 예측도 가능하리라 생각된다.

### 3. 제품별 추세 분석 및 예측

#### 3.1 HB 제품(HB10)

##### 3.1.1 HB10의 추세 분석

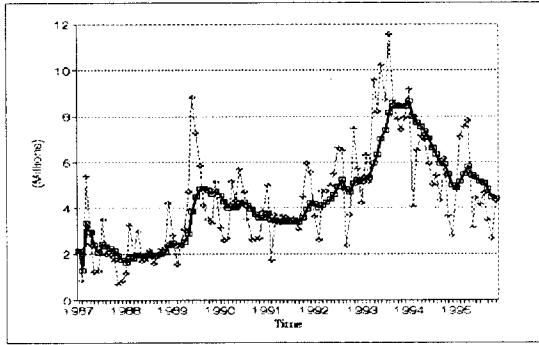
아래의 [그림 1-1] -- [그림 1-3]은 HB10의 월별, 분기별, 년도별 시계열 산포도이다. 여기서 + 는 원자료의 월별, 분기별, 년도별 출고량을 나타내며, 그리고 □ 는 period=4 혹은 12인 이동 평균값을 나타낸다. 이 그림에서 쉽게 알 수 있듯이 이 제품의 추세 변화의 특징은 1993년을 전환점으로 두 가지 형태로 해석이 가능하다는 점이다. 한가지 해석은 1992년까지는 전반적으로 완만한 상승세를 유지하고 있고, 1993년 2/4분기와 3/4분기의 급격한 상승 후에 1993년 4/4분기부터 빠르게 하향

추세를 나타내고 있다고 볼 수 있으며, 또 다른 해석은 1993년의 일시적이며 급격한 출고량 증가의 영향으로 하향 추세로 나아가는 듯 하지만 전반적으로 여전히 완만하게 상승하는 경향이 있다고 해석할 수 있다. 두 번째 해석은 1989년도 2/4분기와 3/4분기의 그리고 1990년 2/4분기의 급격한 출고량 증가의 형태가 다시 1993년 2/4분기와 3/4분기에 나타났다고 생각할 수 있기에 가능하다. 따라서 담당 전문가의 충분한 원인 분석을 거친 후에 만일 1989년과 1993년의 출고량 상승의 외부 혹은 내부 요인이 같다면 장기적 추세 분석에서 조심스럽게 그 주기성을 진단할 수 있다. 그러나 이 자료만의 분석으로는 자료의 부족으로 그러한 주기성을 인정하기는 어렵지만 다음과 같은 “단기 미래”에 대한 예측이 가능하다. 즉 [그림 1-4] -- [그림 1-6] 그리고 [표 3-1] -- [표 3-3]의 결과와 같이 약간의 상승추세가 예상된다. 그러나 이 예상은 어디까지나 단기간의 예측이며 장기적 예측은 새로운 자료에 의해서 추가, 수정 분석 되어져야만 하겠다. 1년 단위로 추세를 분석하자면 완벽한 계절적 주기는 보이지 않고 있으며 대체적으로 1/4분기와 3/4분기에 최저 출고량을 나타내는 경향이 눈에 띈다. 또한 1989년과 1993년 그리고 1995년을 제외하고 커다란 출고량의 변화 없이 증가 혹은 감소가 일어나고 있다.

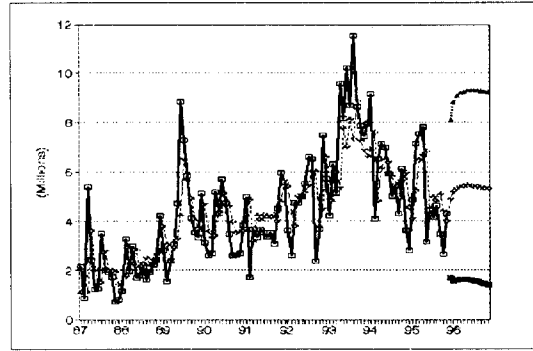
##### 3.1.2. STEPAR방법에 의한 예측

다음의 [그림 1-4] -- [그림 1-6]은 HB10의 월별, 분기별, 년도별 자료에 대한 원자료와 STEPAR 방법(Trend=3)에 의한 분석 결과인 예측값들을 그림으로 나타낸 것이다. 여기서 실선은 출고량(□)을, 그리고 점선은 예측값(+)이고 95% 신뢰 구간이 하한은 ■로 상한은 ▲로 나타나 있다. 이 결과에 따르면 단기 예측으로 월별, 분기별, 년도별로 약간의 출고량 상승을 예상하고 있다. 자세한 예측치와 95% 신뢰 구간은 [표 3-1] -- [표 3-3]에 주어져 있다. 이 표들에서 미래의 예측치가 비교적 높게 나타나는 것은 1993년의 출고량의 급격한 증가와 특히 1995년 2, 3, 4월의 출고량 증가가 그 원인일 것으로 예상된다. 따라서 나타난 예측치를 약간 하향 조정하는 것이 바

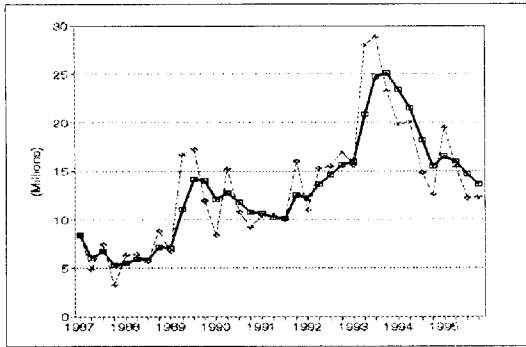
람직하다고 생각한다.



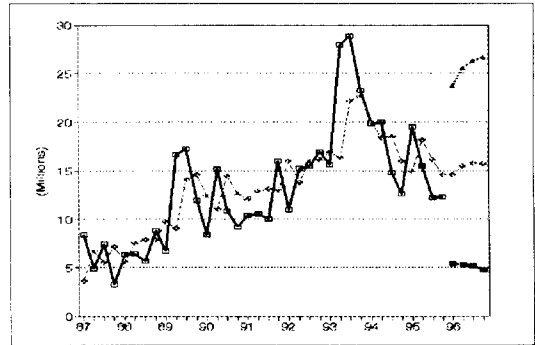
[그림 1-1] HB10의 월별 출고량과 이동 평균(Period=12)  
[Fig.1-1] Monthly output and moving average for HB10 (Period=12)



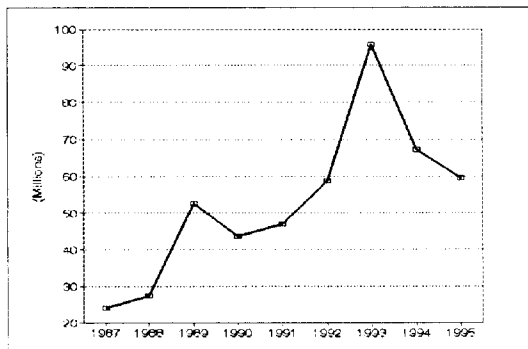
[그림 1-4] HB10의 STEPAR(Trend=3)에 대한 월별 출고량 분석  
[Fig.1-4] The graphical analysis of monthly output by STEPAR(Trend=3) for HB10



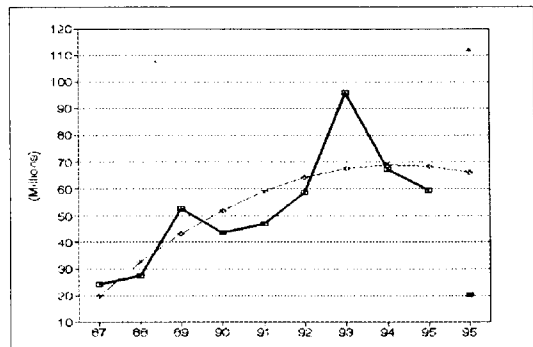
[그림 1-2] HB10의 분기별 출고량과 이동 평균 (Period=4)  
[Fig.1-2] Quarterly output and moving average for HB10 (Period=4)



[그림 1-5] HB10의 STEPAR(Trend=3)에 대한 분기별 출고량 분석  
[Fig.1-5] The graphical analysis of quarterly output by STEPAR(Trend=3) for HB10



[그림 1-3] HB10의 연도별 출고량  
[Fig.1-3] Yearly output and moving average for HB10



[그림 1-6] HB10의 STEPAR(Trend=3)에 대한 연도별 출고량 분석  
[Fig.1-6] The Graphical analysis of yearly output by STEPAR(Trend=3) for HB10

[표 3-1] HB10의 STEPAR(Trend=3)에 의한 월별출고량예측값  
 [Table 3-1] The estimates of monthly output by STEPAR(Trend=3) for HB10

월	예측값	하한값	상한값
1996년 1월	4878994.46	1679286.53	8078702.40
2월	5178640.10	1569283.16	8787997.04
3월	5332113.76	1600903.44	9063324.09
4월	5405450.22	1629429.52	9181470.91
5월	5434620.83	1635477.11	9233764.55
6월	5439220.44	1622765.46	9255675.43
7월	5429923.02	1597300.65	9262545.40
8월	5412543.04	1563505.51	9261580.57
9월	5390047.84	1524121.63	9256374.04
10월	5364762.78	1480734.21	9248791.35
11월	5337027.72	1434227.66	9239827.79
12월	5307554.65	1385083.90	9230025.39

[표 3-2] HB10의 STEPAR(Trend=3)에 의한 분기별 출고량 예측값  
 [Table 3-2] The estimates of quarterly output by STEPAR(Trend=3) for HB10

분기	예측값	하한값	상한값
1996년 1/4분기	14534791.18	5385828.96	23683753.41
2/4분기	15435297.31	5307438.36	25563156.26
3/4분기	15720895.26	5143164.98	26298625.54
4/4분기	15701933.66	4747190.98	26556676.33

[표 3-3] HB10의 STEPAR(Trend=3)에 의한 연도별 출고량 예측값  
 [Table 3-3] The estimates of yearly output by STEPAR(Trend=3) for HB10

연도	예측값	하한값	상한값
1996년	66039683.81	20069313.06	112010054.56
1997년	61851594.76	1562018.73	122141170.79
1998년	55801245.89	0.00	134860740.82

## 4. 결론 및 한계점

소방제품에 대한 시장생산 모형을 만들기 위한 이번 연구에서 수량화된 기초자료에 의한 결과를 유도하여 보았다. 그러나 이러한 수량화된 자료에 대한 통계분석 결과가 모든 문제를 해결해 주지는 않는다. 이 결과와 더불어 수량화되지 않은 많은 내부 혹은 외부요인에 의한 분석자료를 종합적으로 판단하여 생산량을 결정하여야 한다.

출고량에 의한 기초자료를 통한 통계분석 결과에서 장기적인 추세의 정확한 예측이 어려웠다. 또한 과거 자료의 분석에서 단기적으로도 뚜렷한 주기성을 찾기가 어려웠다. 그 이유는 자료의 부족 때문이거나 실제로 뚜렷한 주기성 등의 추세변화가 없기 때문으로 판단된다. 자료의 부족은 직접적으로는 시간이 지나 새로운 자료가 많이 축적되면 해결될 수 있겠고, 간접적으로는 수량화된, 아니면 수량화되지 않은 많은 내부, 외부요인에 의한 자료들에 의해 어느 정도 해결될 수 있는데 이것은 실무 담당자와의 충분한 의견교환에 의해 가능한 일이다. 또한 이러한 보조자료가 이미 면밀히 분석되어 그 결과가 데이터베이스화되어 있어야 가능한 일이다. 결국 종종 발생하는 자료의 급격한 증감에 대한 정확한 원인을 설

명해주는 유용한 정보를 이용하지 못한 것이 아쉬움으로 남는다. 따라서 원 자료에만 의존할 수밖에 없었고, 이 결과는 담당자에 의해 생산량의 결정에 하나의 중요한 역할을 할 것으로 판단된다.

통계분석의 결과로 나타난 출고량에 대한 예측 값은 생산량을 결정하는데 있어서 매우 중요한 정보이다. 이 예측 값의 95% 신뢰구간의 폭이 상당히 넓게 나온 이유는 자료의 변화가 너무 급하고 변화의 정도가 상당히 크기 때문이다. 또한 앞에서 수차 언급한 바와 같이 새로이 수집된 실제 자료에 의하여 새로운 예측 값을 얻어야 한다. 왜냐하면 통계적인 예측은 그 예측기간이 길어질 수록 예측의 신뢰도가 떨어지기 때문이다. 따라서 이러한 작업은 SAS를 이용하여 원활하게 이루어 질 수 있다. 이 연구를 통하여 몇 가지 제안을 요약하여 보면 다음과 같다. 첫째, 체계적인 데이터 베이스의 구축이 필요하다. 둘째, 수요, 생산, 재고의 종합적 관리가 필요하다. 셋째, 통합 생산시스템의 구축이 필요하다.

이 연구가 갖는 한계점들을 살펴보면 다음과 같다. 첫째, 철강 수요의 정확한 예측에 어려움이 많다. 이러한 어려움은 자료의 급격한 변화와 큰 산포에 의해 발생하고 있다. 또한 자료의 부족으로 이러한 현상에 대한 예측이 어렵고, 예측의 신뢰도를 떨어뜨리고 있다. 그러나 이것은 현재의 "기초자료"에 대한 설명이다. 따라서 더 많은 자료에 의해 정확한 보다 예측이 가능해 질 수 있다. 둘째, 수량화되지 않은 정보의 부재. 수량화되지 않은 내부 및 외부요인에 의한 수요변화 등에 대한 축적된 정보와 수량화된 자료의 분석이 있어야 한다. 이러한 자료들의 수집과 분석은 끊임없이 "전담 team"에서 이루어져야 한다. 셋째, 예측 값 자체의 의미의 한계성. 정확한 추세 예측이 어려운 상태에서 얻어진 예측값과 신뢰구간의 의미는 한계를 가질 수 밖에 없다. 이러한 한계는 "전담 team"에서의 종합적인 분석에 의해 극복되어질 수 있다. 예를 들어 앞서의 분석결과 얻어진 예측값은 수량화되지 않은 회사 내부--주력상품의 변화 회사의 확장 등--와 외부요인--철강 및 관련 주요산업에 대한 경기 동향과 정부의 종합 경기 대책 등--에 대한 분석결과와 종합적으로 판단하여 약간의 상향 혹은 하향 조정이 필요하다.

## 참 고 문 헌

1. 김연형, "시계열분석과 예측", 자유아카데미, 1990
2. 김연형·김은정·최병선, "스펙트럴분석입문", 자유아카데미, 1988
3. 김은정·최병선, "미니탭을 이용한 시계열 분석입문", 자유아카데미, 1990
4. 김혜중, "시계열분석", 동국대학교 출판부, 1989
5. 오광우·이우리, "예측방법과 응용", 자유아카데미, 1993
6. 이종협 최기현(1994) SAS/ETS 시계열 분석과 그 응용, 자유아카데미
7. 최병선, "PC SAS입문-SAS를 이용한 시계열분석시리즈 1", 박영사, 1991
8. 최병선, "단변량 시계열분석", 세경사, 1992
9. 허명희·박유성, "시계열자료분석", 자유아카데미, 1994
10. Abraham, B. and Ledolter, J., "Statistical Methods for Forecasting," Wiley, New York, 1993
11. Anderson, T.W., "The Statistical Analysis of Time Series," Wiley, New York, 1971
12. Box, G.E.P. and Jenkins, G.M., "Time Series Analysis: Forecasting and Control," 2nd ed., Holden-Day, San Francisco., 1976
13. Chatfield, C., "The Analysis of Time Series: An Introduction," 2nd ed., Chapman and Hall, London., 1980
14. Kendall, S.M. and Ord, J.K., "Time Series," Edward Arnold, London., 1990
15. Makridakis, S., Anderson, A., Carbone, R., Fildes, R., Hibon, M., Lewandowski, R., Winkler, R., Newton, J. and Parzen, E., "The Forecasting Accuracy of Major Time Series Methods," John Wiley & Sons, Singapore., 1984
16. Makridakis, S. and Wheelwright, S.C., "Forecasting Methods for Management," 5th ed., John Wiley & Sons, Singapore., 1989
17. Makridakis, S., Wheelwright, S.C. and McGee, V.E., "Forecasting: Methods and Applications," Wiley, New York., 1983
18. Montgomery, D.C. & Johnson, L.A., "Forecasting and Time Series Analysis," McGraw-Hill, New York., 1976
19. SAS Institute, Inc., "SAS/ETS User's Guide," Cary, NC., 1986
20. Wei, W.W.S., "Time Series Analysis: Univariate and Multivariate Methods," Addison-Wesley, New York., 1990