

# APS개선을 위한 요인 분석

## Factors for the Improvement of APS

황 덕 형\* · 양 광 모\*\* · 오 선 일\*\*\* · 박 현 순\*\*\* · 강 경 식\*\*\*

### Abstract

In order for the companies under current business environment to survive, develop, and to grow more complicated than the companies under a simple competition, they have to make a management decision considering the relationships among companies and constraints. Since product life is shortening and customers' needs is changing, companies should reflect the change in their agenda, and should be spontaneous to the change. In this study, I will analyze and improve the factors of APS system.

**Keywords :** APS(Advanced Planning & Scheduling), ARENA, 다구찌기법

### 1. 서 론

현재에 통합생산계획을 보면 최초의 고객의 수요예측 정보를 마지막 원자재 공급업체까지 정보를 공유하여 시장의 상황에 유연하게 대응함으로써 전체 관련 기업들이 하나의 단일 기업과 같이 협업 체제를 구축 함으로써 생산성 향상, 품질향상, 납기단축, 원가절감, 서비스의 질 향상 등으로 고객만족 및 경쟁력 향상을 추구하고 있다.

이와 같은 시대의 요구사항에 맞추어가기 위해서는 전사적 자원관리시스템(ERP)과 연계적으로 활용되는 생산/공급계획 및 스케줄을 위한 지원도구로 APS(Advanced Planning and Scheduling)시스템 체계가 등장하였다. 최근에 공급사슬전체에 걸쳐 기업 간 협업적인 활동이 중요하게 인식되면서 이를 지원해 주는 기능을 포함하고 있는 APS시스템에 대한 관심이 높아지고 있는 실정이며 실제로 APS시스템을 도입하고 적용하는 사례 또한 늘어나고 있는 실정이다.

이에 본 연구에서는 현재의 APS의 시스템의 요인을 분석하고 개선하고자 한다.

---

\* (주) 썬더

\*\* 유한대학교 산업경영과

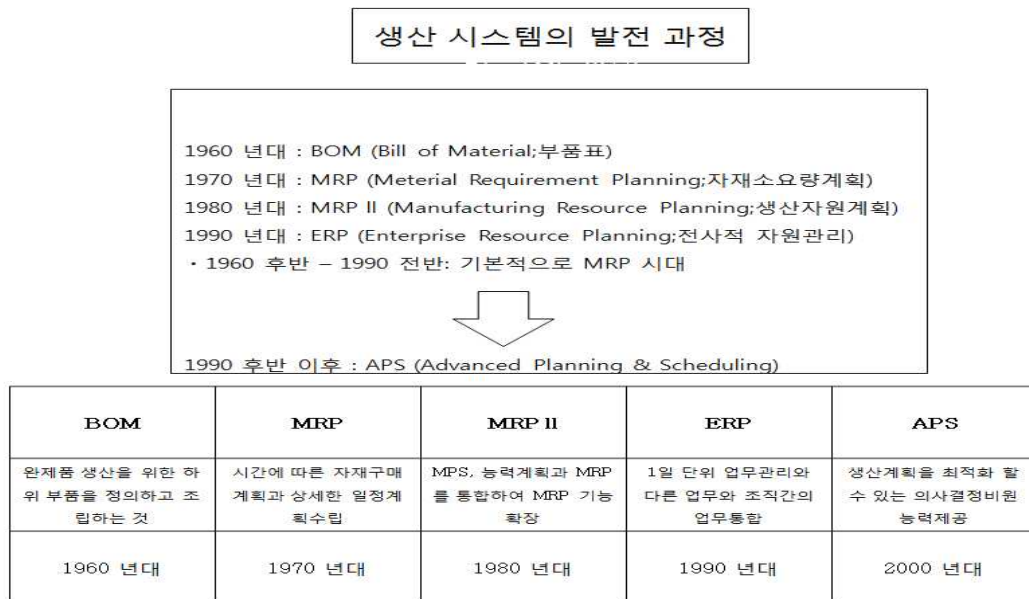
\*\*\* 명지대학교 산업경영공학과

## 2. 이론적 고찰

### 2.1 APS의 개념

#### 2.1.1 APS의 발전과정

APS는 생산 조직에서 수행되는 자재 및 자원 계획 수립 방법에서 획기적인 발전을 의미한다. 생산에 필요한 단위 부품을 정의하고, 완제품을 조립하기 위해서 필요한 부품과 반제품을 규정한 최초의 BOM(Bill of Material) 시스템에서부터 시작된 제조업체의 전산화는 회사 업무 등의 자동화를 성취할 수 있는 초석이 되었다. 1960년대와 1970년대의 응용프로그램은 재고관리, 재무관리 업무 등 개별 업무를 전산화함으로써, 회사 전산화에 기여하였다.



[그림 2.1] 시대별 생산 관련 시스템의 변화

1970년대에는 본격적인 생산 분야의 업무 통합 프로그램들이 등장하였는데, 최초로 개발된 것이 MRP이다. MRP는 재고 수준과 리드타임을 줄이기 위해 구매와 재고 관리를 통합하였다. MRP는 완제품의 소요량과 리드타임을 충족시키기 위하여 자재의 흐름과 생산요구사항을 동기화 하였다. 1970년대와 1980년대 초, 컴퓨터 성능이 향상되고 고객의 주문량 급증 하게 됨으로써, 프로그램 개발자들은 MRP의 성능을 향상시키기 위해 MRP의 기능적인 부분에 중점을 두었다. 계산 방식을 탑-다운 계획 방식으로 대체하였다. MRP II는 MPS(Master Production Scheduling)와 MRP엔진에 능력계획(capacity planning)을 접목시킴으로써 기능을 확장하였다. MRP와 MPS의 통합으

로 생산 계획의 수행 가능 여부를 확인하는 기능이 향상 되었고, 능력 계획을 통해 계획수행에 소요되는 작업자와 설비에 대한 계획을 수립하였다. MRP II는 메인프레임의 배치처리기술에 기초하고 있다. 1980년대 후반과 1990년대 초, 새로운 ERP 시스템은 다국적 기업의 전 세계 지사의 다양한 언어와 화폐를 처리하기 위한 통합 프로그램으로 개발되었다.

1990년대 후반, APS는 자재와 능력에 대한 계획을 동시에 수립하기 위하여 고안되었다. 계획 수립의 각 단계와 BOM의 각 수준에 대한 계획을 동시에 완벽하게 수립하게 되었다.

### 2.1.2 APS의 정의

제조업체는 기업 내의 생산성 향상, 리드타임 단축, 원가절감, 품질제고를 위한 합리화 및 리엔지니어링, 기업통합 및 정보화, 자동화 등에 노력해 왔다. 그러나 최근에는 제조단계 외부의 Value Chain(가치사슬) 또는 모든 Supply Chain(공급망)을 포함하는 생산계획이 더욱 중요시되고 있는데 그 이유를 보면 다음과 같다.

- (1) 부가가치의 60%이상은 외부 Supply Chain(공급망)에서 발생 : 미국의 경우 제조업의 물류비용은 업종에 따라 10~15%에 이르고 있으며 일반적으로 고객이 주문 후 납품까지의 주문 사이클 타임 중에서 순수제조 소요기간보다 Supply Chain(공급망) 상에서 소요되는 시간이 훨씬 긴 것으로 파악된다.
- (2) 부품 및 자재 조달의 불확실성 최소화 : 외부로부터의 변동을 정보를 활용하여 낮은 코스트로 조달할 수 있는 방안을 강구하게 되었다.
- (3) Bullwhip(채찍)효과 방지 : 정보전달의 지연 및 왜곡 확대 현상에 의해 공급체인의 가장 마지막 단계인 소매단계의 고객으로부터의 주문 및 수요 형태의 변동에 관한 정보가 도매상 지역 유통센터 등의 지역 유통센터 등의 공급체인을 거슬러 전달되는 과정에서 지연 및 왜곡이 누적되어 납기지연, 자재 결품, 과잉재고 등의 문제가 발생한다.
- (4) 시장의 Mass Customization( 대량 고객화 ) 요구에 대응 : 고객의 다양한 요구에 맞추어 제조, 납품해야 하는 대량 고객화(Mass Customization)가 보편화되고 있다. 이러한 대량 고객화에 따라 로지스틱스 대상품목이 많아지고 재고가 증가하며, 추적관리가 복잡해진다.
- (5) 경쟁의 심화 : 기업 간의 경쟁이 치열해짐에 따라 코스트 및 납기의 개선이 시급하게 되었다. 효율성과 효과성을 고려한 TOC이론<sup>17)</sup>의 적용을 통해 수익성 향상을 우선적으로 고려할 필요성이 높아졌다.

APS는 이러한 현실상황을 반영하여 시스템으로 구현한 것이다.

APS란 Advanced Planning & Scheduling의 약자로 기존의 CRP(Capacity Requirement Planning)의 한계점을 극복한 시스템이다. 즉 기존의 MRP/ERP에서 진일보된(Advances) 생산계획 시스템이라 할 수 있다.

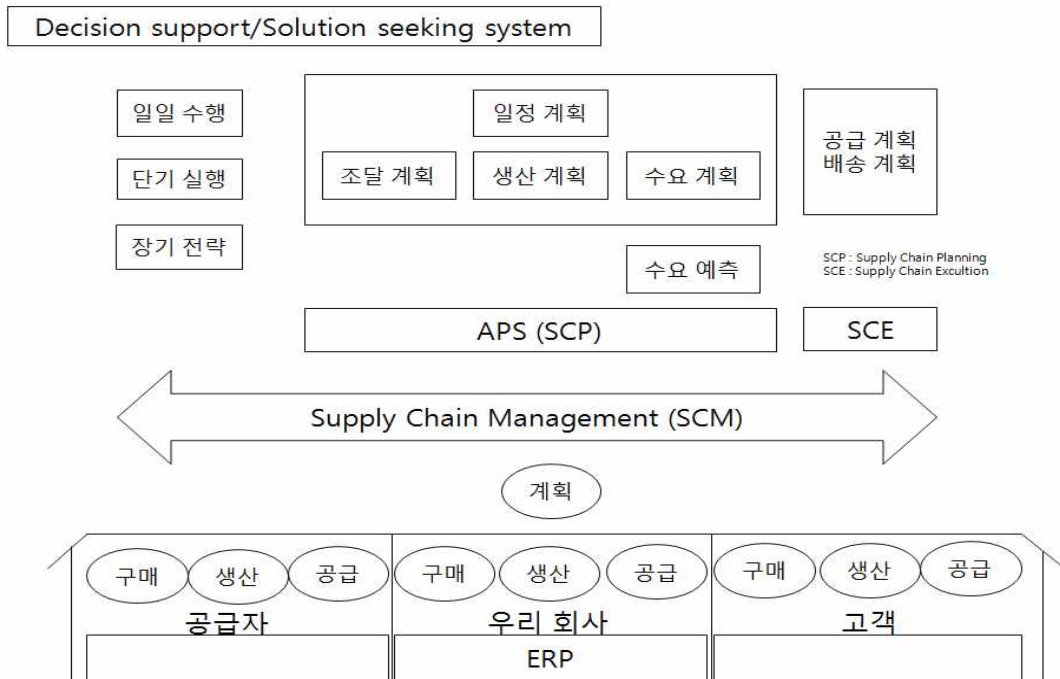
APS(Advanced Planning & Scheduling)는 아래와 같이 정의 내릴 수 있다.

첫째, 공정(JOBS)을 진행함에 있어 어느 설비(Machines)에서 어느 작업자(Operators)

가 어떤 도구(Tools)와 자재(Materials)를 사용하여 언제(Time)작업을 해야 하는가를 결정 하는 것을 말한다.

둘째, 고객의 주문을 달성하기 위해 자원(설비, 자재, 툴, 인원 등)의 가용성을 동시에 동기화하여 공장의 스케줄링을 최적화하는 생산 계획 및 스케줄링을 위한 새로운 접근 방법이다.

[그림 2.2]에서와 같이 APS는 SCP중에서도 핵심부분인 생산스케줄링을 통틀어 말한다. APS는 자재의 가용량에 대한 계획을 수립하는 과정에서 생산능력을 고려하여, 가용 능력 이상의 계획을 수립하지 않는다. 즉, 고정된 리드 타임을 사용하지 않으며, 자원 가용성을 지나치게 높이 가정하지 않으므로써, 다른 고객의 주문에 관련된 작업장, 설비 등을 완전히 고려하여 실제적인 생산 계획을 수립하게 된다.



[그림 2.2] SCM 의사결정 시스템

## 2.2 APS의 현황 분석

### 2.2.1 APS 추진방법

대부분의 경우, 최대한의 효과를 달성하기 위해서는 ERP와 APS가 모두 필요하다. 그러나 “어느 시스템을 구축하는 것이 타당한가?”라는 질문이 대두된다. 이미 언급 한 바와 같이, APS는 ERP보다 쉽고 빠르게 구축할 수 있다. 기존의 수작업은 통한 계획 수립과정에서 사용하는 자료를 이용하여 APS를 조기에 구축하여 빨리 성과를 달성하

고, 그 이후에 ERP를 구축한 후 실제 생산정보와 기준정보를 이용하여 APS의 이익을 향상 시키는 방법이다.

이상적인 방법은 먼저 ERP시스템을 구축하고, 후에 APS를 구축하는 것이다. ERP의 기준 정보, 오더 정보, 자료처리 규칙 등을 이용함으로써, APS구축 초기부터 APS 도입에 따른 이익을 최대화할 수 있다.

ERP시스템이 있는 경우 중요한 결정사항은 'APS를 구축하고 ERP시스템과 통합할 것인가' 아니면 '기존의 ERP시스템을 APS의 기능을 내부에 장착하고 있는 ERP시스템으로 교체할 것인가'이다. 이 두 가지 대안은 완전히 다른 접근 방식, 필요성과 진행 과정을 따른다.

APS를 구축하고 ERP시스템과 통합 방법은 ERP시스템이 없는 경우와 비슷한 과정으로 진행된다. 차이점은 ERP시스템에서 생산에 대한 기준정보(BOM, 작업순서, 자원 등), 현자장의 상황에 대한 정보를 추출하기 위해 APS와 ERP를 연결할 필요가 있다는 것이다. 그러나 이러한 인터페이스에는 어려움이 수반된다. ERP시스템의 자료를 APS에서 사용하기 위해 연결역할을 담당하는 플랜이 필요하다. 일적인 ERP와 APS호환 프로그램 개발은 통합작업 비용의 10-20%을 차지하며, 통합작업과 투자횟수 기간이 지연되는 원인이 된다. ERP시스템과의 브릿지는 실시간으로 자료를 갱신하거나 배치로 갱신할 수 있는 장점이 있다. ERP나 ASP에서 프로그램의 변경이 발생하면 반드시 양쪽은 수정해야 한다. 자료 호환 프로그램은 APS나 ERP시스템에 직접 연동하여야 한다. 적은 비용으로 수행할 수 있는 대안은 APS가 필요할 때 자료를 획득할 수 있는 파일을 생성하여 ERP에서 자료를 배치로 갱신하는 방법이다.

이 방법은 간접적인 통합방식으로 APS나 ERP시스템의 프로그램이 변경되더라도 자료구조가 변경되지 않으면 큰 수정이 필요하지 않으므로 프로그램 개발과 관리가 용이하다. 이 방식의 단점은 APS가 실시간 현장정보를 활용할 수 없다는 것이다. 만약 ERP시스템이 상용 APS시스템과 자료 호환할 수 있는 기능을 가지고 있다면 쉽게 통합할 수 있다. 제조업체는 해당 산업의 특성과 환경을 고려하여, 적절한 APS를 선택해야 한다. 각 APS는 고유의 접근 방식을 가지고 있어서 계산방법과 계획수립방법은 각자 다른 특정 비즈니스 상황을 전제로 하고 있다.

다른 대안 은 기존의 ERP시스템은 APS기능을 가진 새로운 ERP시스템으로 대체하는 것이다. 따라서, 자료의 호환을 실시간으로 수행할 수 있으며, APS나 ERP가 발전됨에 따라 시스템 개발자가 지속적으로 프로그램기능을 보강하게 된다.

물론, 새로운 ERP시스템을 구축하는데 대한 필요성이 있어야 한다. 기존의 ERP시스템이나 MRP시스템이 낙후되었거나 재개발이 필요할 수 있다. APS기능을 가진 새로운 ERP시스템은 APS기능을 제공하지 않더라도 기존의 시스템보다 뛰어난 기능을 가질 것이다. 따라서, APS의 기능을 가진 ERP시스템으로 기존의 시스템을 대체하는 것이 더욱 효율적이다.

ERP시스템의 교체나 APS시스템 구축은 IT의 구축에 근거한 사용자용 프로그램을 개발하는 작업과는 큰 차이가 있다. ERP와 APS의 구현은 사용자의 업무와 사업 특성, 사업의 프로세스에 주안점을 둔다. 그러나, IT는 주로 프로그램 설치, 하드웨어 구

조, 자료 호환에 주안점을 두고 있다.

과도기적인 전략이건 최종 솔루션이건 관계없이, APS와 MRP를 포함하고 있는 ERP를 구축하는 것도 가능하다. APS의 개발 초기에 많은 기업은 오프라인 의사결정 시스템으로 APS를 시작했다. MRP의 생산계획 결과를 APS에 배치로 입력하여 의미 있는 결과가 도출될 때까지 What-If분석을 하였다. APS 수행결과는 다시 배치로 MRP에 입력되었다.

또한 자료를 호환하는 프로그램을 개발하거나 신규 시스템을 도입하는 동안 APS를 활용할 수 있는 이점이 있기 때문이다.

진정한 APS의 가치는 완벽한 전사적 시스템을 구축하기 전에는 실현될 수 없을 것이다. 기업은 APS를 내장한 ERP나 APS와 자료 호환이 가능한 ERP시스템을 구축하여야 한다.

### 2.2.2 APS의 기대효과

APS는 SCM의 효율성 극대화를 위한 계획엔진이다. 따라서 APS를 구축한다고 해서 SCM이 효율화된다고 하기에는 기다의 변수가 너무나 많다. 하지만, 일반적인 APS의 도입 기대효과는 아래와 같다.

① 고객 서비스 향상

고객의 주문에 대해 실시간으로 납기약속(ATTP; Available to Promise)을 실현할 수 있다.

② 설비 가동율 향상

Capacity(생산능력)를 고려한 생산일정계획을 수립함에 따라, 최적의 부하분산(Load Balancing)을 할 수 있게 되어 있다.

③ 재고 감소

신속하고, 신뢰성 있는 계획을 수립함에 따라, 기능부서간의 책임과 역할이 명확해져서, 채찍효과(Bullwhip Effect)가 없어진다.

④ 원자재 재고 감소

구매 리드타임을 정확히 결정하여, 최소의 원자재를 보유하게 된다.

⑤ 준비비용 감소

고도화된 상세일정계획은 작업교체 및 준비 시간을 최소화할 수 있는 일정계획을 산출하여 생산성을 높이고 로스를 최소화 시키게 된다.

⑥ 생산 Lead Time 단축

작업준비 시간의 단축 부하분산 내부생산과 외부생산의 균형을 통해 최저비용으로 생산을 할 수 있도록 계획을 수립한다.

⑦ 기타

긴급주문이 있거나 주문이 변경되었을 때 실시간으로 생산일정계획을 재수립 할 수 있게 됨에 따라 변화에 대한 대응시간을 단축시킬 수 있다.

APS는 빠르고 정밀해진 계획 엔진을 탑재함에 따라 스케줄링의 폭과 깊이를 한층 심화시켰다. A제품이 B제품으로 작업교체가 발생할 때 소요되는 시간을 기록한 것을

준비교체 매트릭스라고 한다. 하루에 수 백 개씩 발생하는 자재코드에 대해 과연 준비교체 매트릭스를 관리할 수 있는가 하는 점들은 간과하기 쉬운 요소이다.

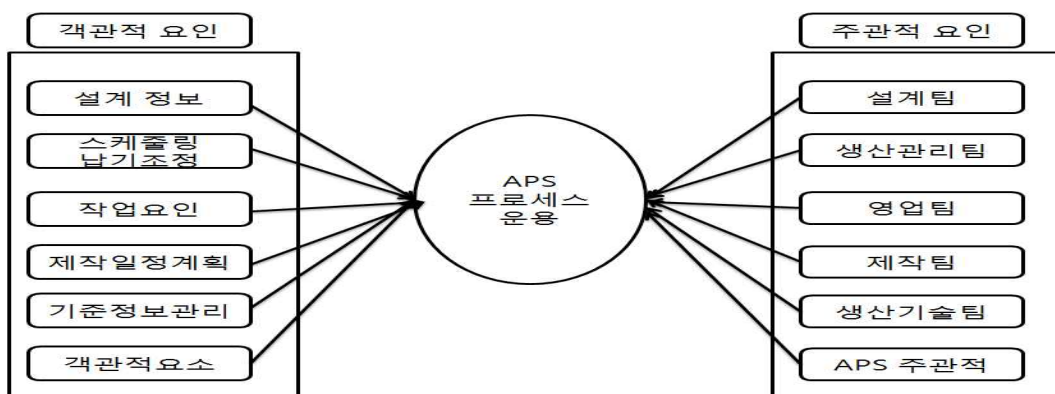
제 2 장에서 APS에 관한 선행연구와 이론적인 내용을 정리하였다. 선행연구에서 분석 되어진 결과와 같이 아직 APS는 경영 혁신분야에서 아주 중요한 역할을 담당하고 있다. 본 연구에서는 제 2 장에서 정리된 이론적 고찰을 분석하여 제 3 장에서 프로세스 설계에 필요한 의사결정변수를 AMOS 구조방정식 모델에 의해서 선정하고 여기에서 측정된 상관계수 값을 활용하여 제 4 장에서 변수의 중요도를 선정하여 APS의 적용 및 개선 프로세스를 설계하고자 한다.

### 3. 연구 설계

제 3 장에서는 본 연구의 목적에 대한 결과를 도출하기 위하여 사용된 연구방법을 기술하고자 한다. 주요 내용은 연구 모형의 설계, 조사 대상, 자료 수집방법, 조사도구 및 설문지 구성, 자료 분석방법 등이다.

#### 3.1 연구 모형의 설계

본 연구는 APS프로세스 운영의 개선 결과가 기업의 경쟁력 강화를 위해 가져다 주는 다양한 형태의 성과 중에서 개선 후에 미치는 영향을 파악하고자 한다. 이에 APS 프로세스를 사용하는 기업과 참여직원들을 대상으로 실증적으로 연구하고자 한다. 이에 따라 본 연구에서는 APS프로세스와 개선에 관한 이론적 고찰을 바탕으로 APS의 요인분석을 통한 개선이 기업에 미치는 영향을 효율적으로 분석하기 위해 변인의 속성에 따라 [그림 3.1]과 같이 연구 모형을 설계하였다. 이 연구 모형은 객관적 요인과 주관적 요인으로 나누어서 개선전과 개선 후의 생산성과의 관계를 분석한 것이다.



[그림 3.1] 연구 모형

### 3.2 연구 가설

본 연구에서는 기업 시스템의 객관적요소와 주관적 요소가 APS프로세스 운영에 어떠한 영향을 미치고 그 차이는 어느 정도인지 등을 살펴보고자 한다. 이를 위하여 <표 3.1>과 같이 열 가지의 연구 가설을 설정하였다.

<표 3.1> 연구 가설 및 가설 내용

구 분	가 설	가 설 내 용
객관적 요소	H1	설계정보 요인은 APS프로세스 운영에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.
	H2	스케줄링 및 납기조정 요인은 APS프로세스 운영에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.
	H3	작업 요인은 APS프로세스 운영에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.
	H4	제작일정 계획 요인은 APS프로세스 운영에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.
	H5	기준정보관리 요인은 APS프로세스 운영에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.
구 분	가 설	가 설 내 용
주관적 요소	H1	설계팀은 APS 프로세스 운영에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.
	H2	생산관리팀은 APS 프로세스 운영에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.
	H3	영업팀은 APS 프로세스 운영에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.
	H4	제작팀은 APS 프로세스 운영에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.
	H5	생산기술팀은 APS 프로세스 운영에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.

### 3.3 조사 대상 및 자료 수집

#### 3.3.1 조사대상 및 설문지 구성

본 연구 수행에 적합한 표본은 참여경험이 있는 직원들을 대상으로 선정하였고, 주요 도구는 설문지를 이용하였다.

선행 연구자에 대해서는 해당 분야에 토대가 되는 연구자와 내용들을 수정·보완하여 최종 설문을 완성한 후 배포하였다.

따라서 본 설문지의 문항은 변수의 조작적인 정의와 본 연구의 주제와 특성에 맞게 선행 연구의 자료를 참고로 약간의 수정과정을 거친 문항들로 구성하였으며, 모든 설문은 리커트 5점 척도를 사용하여 설문항목마다 “매우 그렇다”는 5점, “매우 그렇지 않다”라는 경우에는 1점 란에 표기하도록 했다. 에 대한 조사를 포함하여 설문에 사용된 총 문항은 42문항이다.

#### 3.3.2 자료 수집

효율적인 자료 수집을 위하여 설문대상자에게 개인별로 설문조사지를 발송하여 회신받는 방식을 취하였다. 설문조사기간은 2012년 1월 15일부터 3월 20일까지 약 2개월 정도의 기간이 소요되었으며, 총 200명에게 설문지를 발송하였으나 실제로 00개기업 종사자 00명이 설문에 응답을 하였으며, 이중 불성실한 응답자를 제외한 총 00부를 기



초로 통계분석하였다.

### 3.4 분석 방법 및 결과

본 연구는 APS를 실증적으로 분석하는데 목적이 있다. 이를 위해서 수집된 설문자료를 토대로 Windows용 SPSS 17.0(ver.)과 Amos 17.0(ver.)을 이용하여 분석하였다. 구체적으로 적용된 분석방법은 다음과 같다.

- (1) 변수 및 요인에 대한 인식정도를 기술통계분석(descriptive analysis)과 요인들 간의 상관정도를 파악하기 위해서 SPSS 17.0(ver.)을 이용한 상관관계분석(correlation analysis)을 실시하였다.
- (2) 척도의 타당성을 파악하기 위해서도 SPSS 17.0(ver.)을 이용한 요인분석(factor analysis)을 실시하였으며, 신뢰도분석은 Cronbach's  $\alpha$  계수를 이용한 내적 일관성을 측정하였다.
- (3) 다만, 요인들의 확인적 요인분석 및 연구모형에 대한 분석을 위해서는 Amos를 이용한 구조방정식 모델 분석(structural equation model analysis)을 실시하였다.

#### 3.4.1 탐색적 요인분석 및 신뢰도분석

이번 절에서는 연구에서 사용되는 척도에 대한 탐색적 요인분석(Exploratory Factor Analysis)과 신뢰도분석(Reliability Analysis)을 실시하였다.

먼저 본 연구의 척도에 대해서 타당성을 검증하기 위해 요인분석을 실시하였다. 요인분석은 측정지표의 실제 측정결과가 본래 의도된 이론적 개념과 부합되는지 혹은 척도에 대해서 조사자들의 인식구성이 어떠한지 등을 평가하는 분석방법으로서 가장 일반적으로 사용되는 방법이다. 본 연구에서 각 요인분석의 분석변수 수는 최대 18개 항목이며, 반면에 본 분석에서 사용된 표본 수는 107부이므로 Hair 등(1998)이 주장하는 설문항목 대 표본수 기준인 5배 이상을 충족시키고 있다.

본 연구에서 사용되는 각 변수들에 대해 타당성을 검증하기 위해 회전한 요인분석을 실시하였다. 본 연구에서는 구성개념 타당성 중 판별타당성의 확보를 위해 보편적으로 활용되는 기법인 주성분 요인분석(principal component factor analysis)을 실시하였다. 그리고 요인회전 방법으로는 요인들 간의 상호독립성을 유지하여 회전하는 방법인 직각회전(varimax rotation) 방식을 택하였다. 변수와 요인간의 상관관계정도를 나타내는 요인적재량(factor loading)은 일반적으로 단일차원에 대한 요인분석의 경우 0.6 이상이면 유의적이라고 할 수 있다. 우선 1차적인 요인분석을 통해 요인적재치가 낮게 나타나거나 의미가 없게 묶인 항목을 제외시키고 나머지 항목에 대한 요인분석을 2차적으로 실시하였다.

다음으로 탐색적 요인분석을 통해 파악된 각 하부요인들에 대해서 문항의 신뢰도분석을 실시하였다. 본 연구의 경우 개념의 조작적 정의를 토대로 다항목을 통해 구성개념을 측정하고 있으며, 신뢰성 분석을 위해서 반분법의 확장인 각 구성 개념내적일관성을 파악하기 위해서 Cronbach's  $\alpha$  계수를 활용하여 신뢰성을 검토하였다. 신뢰성을

측정하기 위한 방법으로는 일반적으로 Cronbach's  $\alpha$ 를 이용한 내적일관성 기법이 주로 이용되고 있다. Nunnally(1978)에 의하면 0.7이상이면 신뢰성이 있는 것으로 판단되고 탐색적 연구의 경우에는 0.5이상을 기준으로 활용할 것을 권고하고 있다.

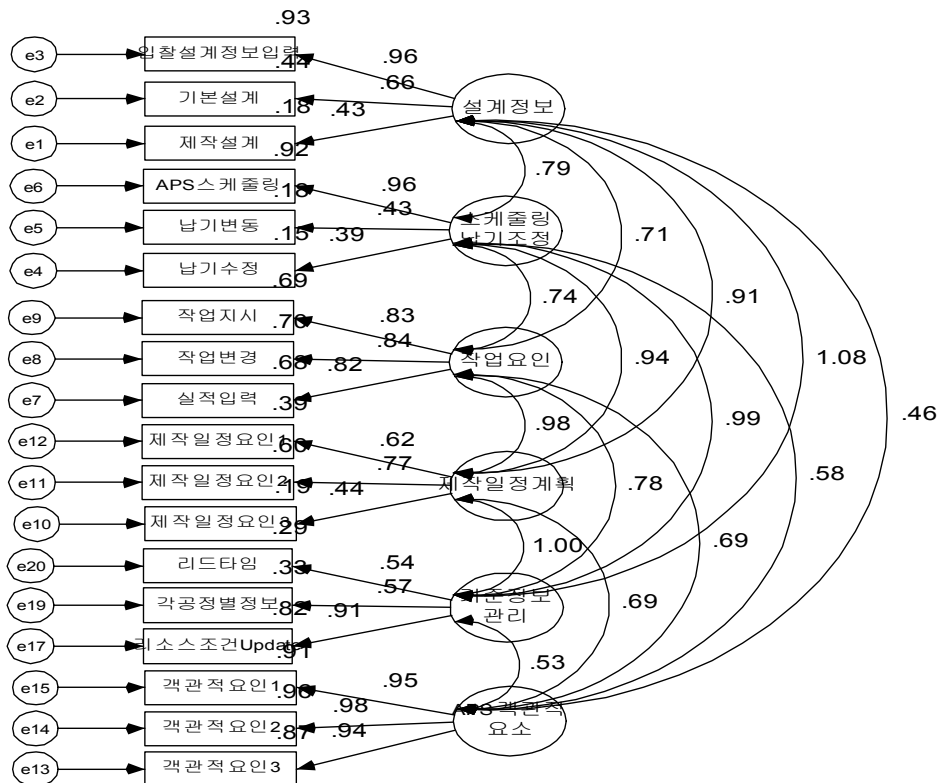
이러한 요인분석과 신뢰성 검증을 실시한 결과는 아래 표에서 제시되어 있다.

### 3.4.2 확인적 요인분석

이번 절에서는 탐색적 요인분석과 신뢰도분석을 통해 1차 검증된 문항들에 대해서 구조방정식모델을 적용하여 확인적 요인분석을 실시하였다. 확인적 요인분석은 구성개념의 단일요인에 대한 분석을 통해 먼저 각 관측변수의 신뢰성을 파악하고, 다음 전체 구성개념들 간 상관성을 고려할 때 관측변수 및 전체 적합도 수준에 대한 타당성을 파악한다. 본 연구에서도 전체요인에 대한 확인적 요인분석을 진행하였다.

#### 1) 전체요인 확인적 요인분석

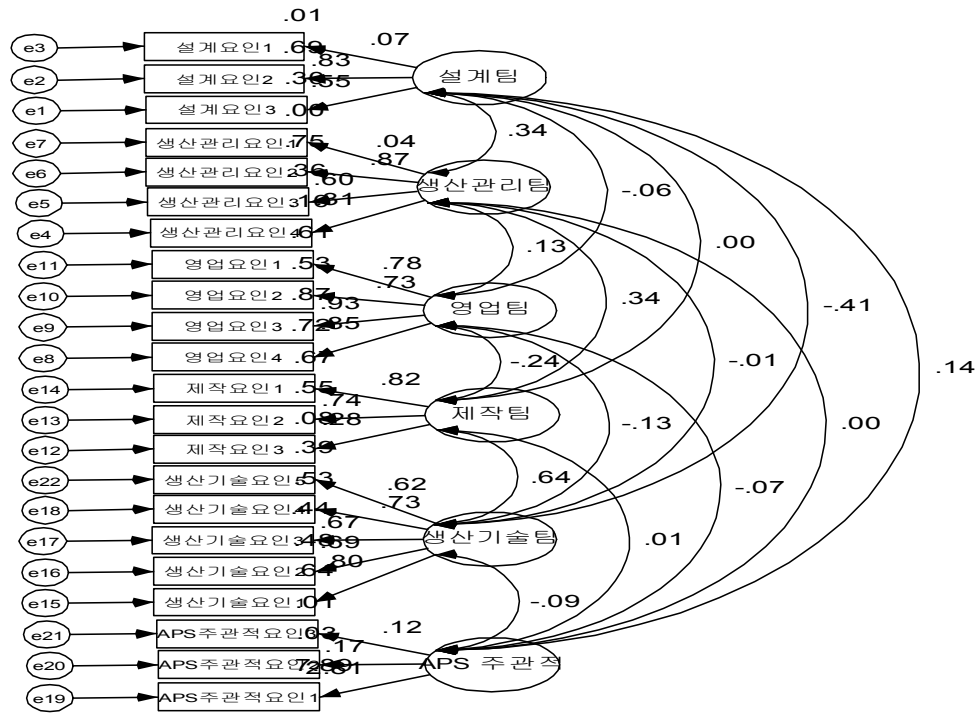
이번에는 각 구성개념인 요인 간 상관을 고려하여 전체 모델의 적합수준을 파악하고, 또한 개별 요인에 대한 관측변수 신뢰도를 검증한 후 최종문항의 전체 모델에서의 신뢰도를 파악하기 위해서 전체모델에 대한 확인적 요인분석을 실시하였다. 그 결과는 아래와 같다.



[그림 3.2] 객관적요인의 확인적 요인분석 결과

<표 3.2> 객관적 요인의 확인적 요인분석 모형적합도

모형	$\chi^2$	D.F	p	GFI	AGFI	NFI	TLI	RMR	RMSEA
확인요인 모형	502.5	120	0.000	0.754	0.606	0.750	0.837	0.061	0.064



[그림 3.3] 주관적요인의 확인적 요인분석 결과

<표 3.3> 주관적 요인의 확인적 요인분석 모형적합도

모형	$\chi^2$	D.F	p	GFI	AGFI	NFI	TLI	RMR	RMSEA
확인요인 모형	426.322	194	0.000	0.728	0.645	0.690	0.753	0.062	0.059

구조방정식의 모델적합도 평가는 단일 지수가 아니라 여러 지수에 대한 종합적 평가가 뒤따라야 한다. 카이스케어검정, GFI 등 적합도 지수, RMR 등 공분산행렬의 오차 관련 지수 등이 대표적이다.

먼저 카이스케어 검정의 경우, 유의확률이 0.05보다 크거나 같을 경우에 귀무가설을 채택하여 모형은 모집단의 자료에 적합하다는 귀무가설을 채택하게 된다. 그러나 표본의 수가 많거나 변수의 수가 일정 수 이상이면 구조방정식모델의 평가에서 카이스케어검정은 큰 의미가 없다.

모형의 적합도를 살펴보는 지수를 보면, 전반적 적합도 지수인 GFI, 제안모델과 기초모델을 비교할 수 있는 TLI(Tucker-Lewis Index), 기초모델에 비해 제안모델이 어느 정도 향상되었는지를 나타내는 NFI(normed fit index)는 0.8이면 적합, 0.9이상이면 매우 좋은 모델로 평가되며 1에 가까울수록 바람직하다. 위의 전체 확인적 요인분석 모형은 GFI 0.878, AGFI 0.865, NFI와 TLI는 각각 0.889, 0.892로 나타나 적합한 수준으로 볼 수 있다.

다음 오차를 평가하는 지수 중 RMR은 0.08이하거나 0에 가까울수록 바람직하고 또한 모형추정치값과 공분산 행렬의 적합도를 평가하는 RMSEA(root mean square error of approximation) 또한 일반적 기준으로 이 값이 0.10 이하면 자료를 잘 적합시키고 0.05에서 0.08 사이의 값을 가지면 모델을 수용할 수 있다고 본다. 위에서 RMR은 0.064, RMSEA는 0.057로 오차정도가 낮아 잘 적합하고 있는 것으로 볼 수 있다. 이러한 지수를 종합적으로 고려하여 전체적으로 판단할 때, 개념들 간의 상관을 고려한 확인적 요인분석 모형은 적합한 수준으로 볼 수 있다.

다음 전체모델에서 각 요인과 관측변수간의 유의성을 파악하였다. 그 결과는 아래와 같다.

<표 3.4> 잠재변수와 관측변수 간 경로의 유의성 검증

관측변수		잠재변수	표준화	비표준화	S.E.	C.R.	P
제작설계	←	설계정보	.427	.385	.078	4.933	0.000
기본설계	←	설계정보	.663	.658	.075	8.793	0.000
입찰설계정보입력	←	설계정보	.965	1.000			
납기수정	←	스케줄링_납기조정	.388	.434	.103	4.211	0.000
납기변동	←	스케줄링_납기조정	.429	.433	.091	4.737	0.000
APS스케줄링	←	스케줄링_납기조정	.958	1.000			
실적입력	←	작업요인	.823	1.014	.107	9.465	0.000
작업변경	←	작업요인	.839	1.160	.119	9.725	0.000
작업지시	←	작업요인	.832	1.000			
제작일정요인3	←	제작일정계획	.441	.623	.148	4.207	0.000
제작일정요인2	←	제작일정계획	.773	1.819	.271	6.713	0.000
제작일정요인1	←	제작일정계획	.624	1.000			
객관적요인3	←	APS객관적_요소	.935	1.000			
객관적요인2	←	APS객관적_요소	.979	1.030	.047	21.836	0.000
객관적요인1	←	APS객관적_요소	.952	1.000	.051	19.445	0.000
리소스조건Update	←	기준정보_관리	.906	1.000			
리드타임	←	기준정보_관리	.538	.595	.082	7.224	0.000
각공정별정보	←	기준정보_관리	.571	.554	.072	7.648	0.000

위의 <표 3.4>에서는 확인적 요인분석을 통하여 각 측정항목들의 경로계수와 유의수준을 정리한 것이다. 보는 바와 같이 모든 항목은 통계적으로 유의하게 적재되어 있는 것을 확인할 수 있어, 각 요인의 관측변수들은 요인의 개념을 설명하는 데에 적합하게 구성되어 있다고 볼 수 있다.

### 3.4.3 상관관계분석

이번 절에서는 요인간의 상관성 및 응답수준을 파악하기 위해 상관관계분석과 기술통계분석을 실시하였다. 그 결과는 다음과 같다.

<표 3.5> 객관적 요소의 기술통계 및 상관관계분석

변수	M	SD	설계정보	스케줄링 납기조정	작업요인	제작일정 계획	기준정보 관리	객관적 요소
설계정보	3.15	0.57	1					
스케줄링 납기조정	2.96	0.52	0.650**	1				
작업요인	3.08	0.65	0.644**	0.774**	1			
제작일정 계획	3.21	0.54	0.720**	0.788**	0.759**	1		
기준정보 관리	3.09	0.56	0.870**	0.748**	0.627**	0.714**	1	
객관적 요소	3.19	0.68	0.473**	0.657**	0.646**	0.547**	0.525**	1

\* p<0.05 \*\* p<0.01

먼저 외생변수와 내생변수들 간의 상관관계를 보면, APS 객관적요소는 설계정보, 스케줄링 납기조정, 작업요인, 제작일정계획, 기준정보관리와 유의한 정(+)의 상관관계를 보이고 있다. 따라서 APS 객관적요소에 대한 긍정적 영향 관계라는 연구의 가설방향과 일치하고 있어, 전반적으로 본 연구의 가설과 일치하는 상관성을 보이고 있었다. 반면 요인들 간의 상관관계는 최대 0.684가량으로서 지나치게 높지 않아 독립변수들 간의 지나친 상관관계로 인해 추정치에 오차가 발생할 수 있는 다중공선성을 의심할 만한 수준은 아니었다.

### 3.4.4 구조방정식모형 분석

본 절에서는 우선 본 연구에서 설정한 구조방정식모델이 자료와 적합한지를 평가하고, 또한 수정된 최종모형을 확정하며, 다음으로 최종모형에서 요인들 간의 경로계수의 유의성을 파악하여 가설검증을 진행하고자 한다.

#### 1) 기초모형

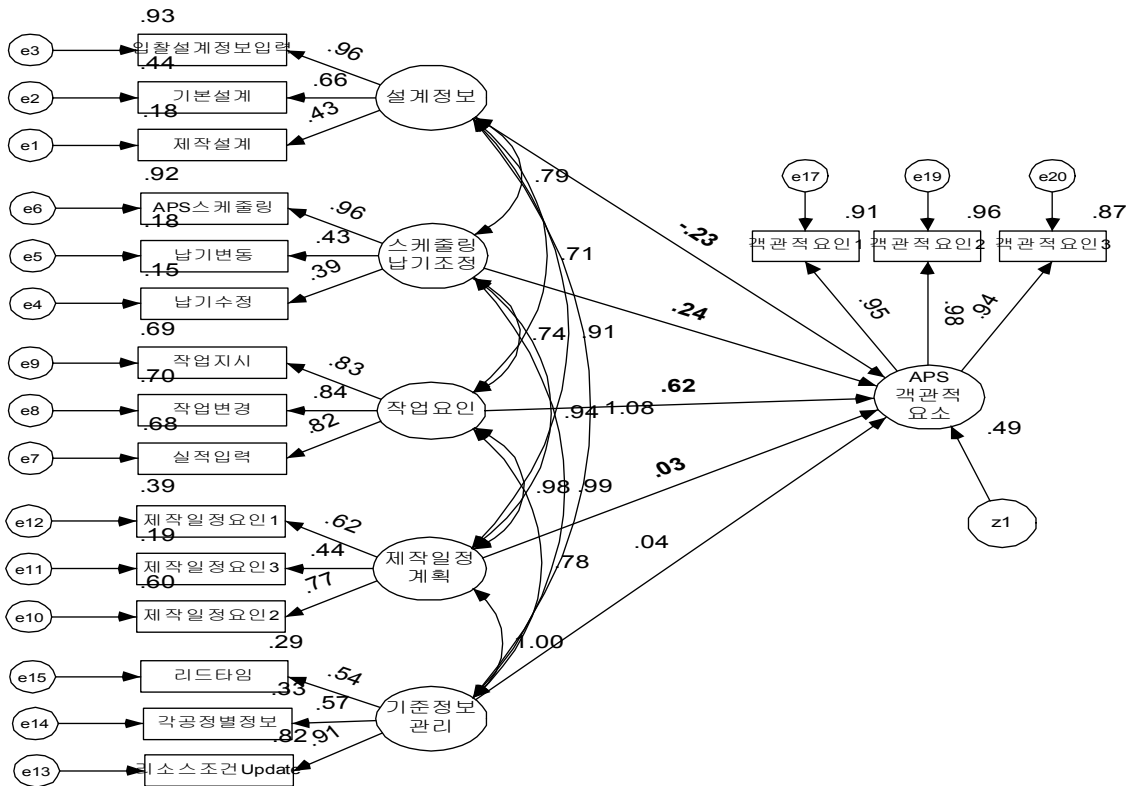
아래 그림에서는 개념적인 연구모형에 측정변수들을 도입한 측정모형을 Amos 7.0을 이용하여 구조방정식모델(Structural Equation Model)을 구축하였다. 구조방정식은 연구하고자 하는 연구모형의 이론적 적합성과 각 변수들 간의 유의성을 확인할 수 있는 점에서 유용한 방법이다.

모수의 공분산행렬과 추정된 공분산행렬이 동일하다는 귀무가설을 검증하기 위해서 사용되는 카이제곱검증은 그 값이 작으면 작을수록, 유의확률(p-value)은 0.05 이상이

면 좋은 모형으로 평가된다. 즉 모수의 공분산행렬과 추정된 공분산행렬이 일치한다는 영가설이 채택되는 경우에 좋은 모형이라는 것을 의미한다.

일반적으로 모형의 적합도를 절대지수로 나타내는 것에는 카이제곱( $\chi^2$ ), 적합도지수(GFI), 조정된 적합도지수(AGFI), 평균제곱잔차제곱근(RMR) 등이 있다. 현실적으로 적합한 모형에서 그 검증조건이 충족된 상태에서도 대표본의 경우 카이제곱 확률값이 낮은 경우가 있다. 이것은 카이제곱분포가 표본크기에 달라지는 약점이 있기 때문이다. 표본이 매우 크면 모형이 현실을 적절하게 설명하고 있어도 모형과 현실의 근소한 차이에 대해서도 경고신호를 보낸다. 연구자가 원하는 것은 현실을 완벽하게 설명하는 모형이 아니라 어느 정도의 희생을 치르고 난 간명한 모형을 원한다. 간명한 모형은 대표본의 경우에 카이제곱 확률값이 거의 예외 없이 매우 작다. 확률값이 매우 작아서 귀무가설을 기각한다 하더라도 연구자의 이성적 판단은 확실하게 중요한 것이다(강병서 1999). 따라서 본 연구에서는 표본의 수가 많은 관계로 카이제곱 및 확률값을 모형 적합성의 판단근거로 하는 동시에, 이와 더불어 적합도지수(GFI), 조정된 적합도지수(AGFI), 평균제곱잔차제곱근(RMR) 등을 고려하면서 적합도를 평가하고자 한다.

우선 본 연구에서 설정한 기초모형에 대해서 구조방정식 모형을 구축하였고, 이에 대한 적합성을 파악해 보았다. 그 결과는 아래 그림과 같다.



[그림 3.4] APS 객관적 연구 모형의 결과

&lt;표 3.6&gt; APS 객관적 연구 모형의 모형적합도 평가

모형	$\chi^2$	D.F	p	GFI	AGFI	NFI	TLI	RMR	RMSEA
초기	502.484	120	0.000	0.850	0.832	0.878	0.882	0.082	0.073

주요하게 모델적합도를 평가하는 GFI, AGFI, NFI, TLI, RMR, RMSEA를 기준으로 기초모형의 적합도 평가를 하였다. GFI, AGFI, NFI, TLI는 0.8에서 0.9 이상이고, RMR와 RMSEA는 0.05에서 0.08 이하면 좋은 모형으로 평가된다.

기초모형에 대한 분석결과, GFI는 0.850, AGFI는 0.832, NFI는 0.878, TLI는 0.882, RMR과 RMSEA는 0.082, 0.073으로 각각 나타났다.

#### 2) 가설검증

연구모형의 결과를 바탕으로 본 연구가설에 대한 검증을 진행하였으며, 그 결과는 아래 표와 같다.

&lt;표 3.7&gt; 가설검증 결과

경로		표준 화	비표 준화	S.E.	C.R.	P	채택 여부
APS 객관적 요소	← 설계 정보	0.683	0.659	0.649	4.870	0.001	채택
APS 객관적 요소	← 스케줄링 납기조정	0.342	0.365	0.520	3.532	0.009	채택
APS 객관적 요소	← 작업요인	0.254	0.279	0.979	2.599	0.029	채택
APS 객관적 요소	← 제작일정계획	0.291	0.310	0.469	2.955	0.014	채택
APS 객관적 요소	← 기준정보관리	0.418	0.487	0.070	5.515	0.000	채택

가설1 ‘설계 정보는 APS 객관적 요소에 긍정적 영향을 미칠 것이다.’는 유의수준 0.05에서 채택되었다. C.R,값은 4.870, p값 0.001로서 설계 정보는 관적 요소 향상에 긍정적인 유의한 영향을 미치고 있었다.

가설2 ‘스케줄링 납기조정은 APS 객관적 요소에 긍정적 영향을 미칠 것이다.’는 유의수준 0.05에서 채택되었다. C.R,값은 3.532, p값 0.009로서 스케줄링 납기조정은 APS 객관적 요소에 긍정적인 유의한 영향을 미치고 있었다.

가설3 ‘작업요인은 APS 객관적 요소에 긍정적 영향을 미칠 것이다.’는 유의수준 0.05에서 채택되었다. C.R,값은 2.559, p값 0.029로서 작업요인은 APS 객관적 요소 향상에 긍정적인 유의한 영향을 미치고 있었다.

가설4 ‘제작 일정계획은 APS 객관적 요소에 긍정적 영향을 미칠 것이다.’는 유의수준 0.05에서 채택되었다. C.R,값은 2.955, p값 0.014로서 제작일정계획은 APS 객관적 요소 향상에 긍정적인 유의한 영향을 미치고 있었다.

가설5 ‘기준 정보관리는 APS 객관적 요소에 긍정적 영향을 미칠 것이다.’는 유의수준 0.05에서 채택되었다. C.R,값은 5.515, p값 0.000으로서 기준 정보관리는 APS 객관적 요소 향상에 긍정적인 유의한 영향을 미치고 있었다.

다음으로 최종 모형에서도 각 관측변수가 잠재변수와의 관계가 유의한지를 파악하였다. 그 결과는 아래와 같다.

<표 3.8> APS 객관적 연구 모형의 잠재변수와 관측변수 간 유의성 검증 결과

경로		표준화	비표준화	S.E.	C.R.	P
제작설계	←	설계정보	.385	.078	4.933	***
기본설계	←	설계정보	.658	.075	8.793	***
입찰설계정보입력	←	설계정보	1.000			
납기수정	←	스케줄링_납기조정	.434	.103	4.211	***
납기변동	←	스케줄링_납기조정	.433	.091	4.737	***
APS스케줄링	←	스케줄링_납기조정	1.000			
실적입력	←	작업요인	1.014	.107	9.465	***
작업변경	←	작업요인	1.160	.119	9.725	***
작업지시	←	작업요인	1.000			
제작일정요인2	←	제작일정_계획	1.819	.271	6.713	***
제작일정요인3	←	제작일정_계획	.623	.148	4.207	***
제작일정요인1	←	제작일정_계획	1.000			
리소스조건 Update	←	기준정보관리	1.000			
각공정별정보	←	기준정보관리	.554	.072	7.648	***
리드타임	←	기준정보관리	.595	.082	7.224	***
객관적요인1	←	APS 프로세스객관적요소	1.000			
객관적요인3	←	APS 프로세스객관적요소	1.000	.051	19.445	***
객관적요인2	←	APS 프로세스객관적요소	1.030	.042	24.263	***

위의 표에서 보는 바와 같이 최종 모형에서도 각 관측변수들은 잠재변수에 통계적으로 유의하게 적재되어 있는 것을 확인할 수 있어, 각 요인의 관측변수들은 요인의 개념을 설명하는 데에 적합하게 구성되어 있다고 볼 수 있다

#### 4. 결론 및 향후 연구과제

본 연구는 APS프로세스 운영의 개선 결과가 기업의 경쟁력 강화를 위해 가져다 주는 다양한 형태의 성과 중에서 개선 후에 미치는 영향을 파악하고자 한다. 이에 APS 프로세스를 사용하는 기업과 참여직원들을 대상으로 실증적으로 연구하였다.

연구방법으로는 척도에 대해서 타당성을 검증하기 위해 요인분석을 실시하였다. 요인분석은 측정지표의 실제 측정결과가 본래 의도된 이론적 개념과 부합되는지 혹은 척도에 대해서 조사자들의 인식구성이 어떠한지 등을 평가하는 분석방법으로서 가장 일반적으로 사용되는 방법이다. 또한 기업시스템의 객관적요소와 주관적 요소가 APS 프로세스 운영에 어떠한 영향을 미치고 그 차이가 어느 정도 인지 살펴보았다. 이를 위하여 연구 가설을 설정 하였다.

다음으로 탐색적 요인분석을 통해 파악된 각 하부요인들에 대해서 문항의 신뢰도분석을 실시하였다. 본 연구의 경우 개념의 조작적 정의를 토대로 다항목을 통해 구성개념을 측정하고 있으며, 신뢰성 분석을 위해서 반분법의 확장인 각 구성 개념내적일관성을 파악하기 위해서 Cronbach's  $\alpha$  계수를 활용하여 신뢰성을 검토하였다.



설문 결과분석은 SPSS 17.0(ver) 통계 패키지와 Amos 17.0(ver)을 이용하였으며, 연구에서 사용된 척도에 대한 타당성 및 신뢰도 분석을 위해 척도의 타당성 분석, 탐색적 요인분석, 확인적 요인분석 등 요인분석과 Cronbach's  $\alpha$ 계수를 이용한 신뢰도분석을 실시한 후 가설 검증을 위한 요소 간의 관련성을 살펴 보기 위한 연구모형의 상관관계 분석을 실시하였다.

이에 확인적 요인분석을 통한 각 측정항목들의 경로계수와 유의 수준을 정리하여 모든 항목은 통계적으로 유의하게 적재되어 있는 것을 확인할 수 있어, 각 요인의 관측변수들은 요인의 개념을 설명하는 데에 적합하게 구성되어 있다고 볼 수 있는 것을 확인 했다.

추가 연구에서는 분석을 통해서 나타난 연구의 결과들을 도출할 예정이다. 또한 변수의 중요도를 선정하여 APS의 적용 및 개선 프로세스를 설계하고자 한다.

지금까지 APS에 대한 연구는 여러 측면에서 연구되어 왔지만 기업에서 APS의 역할이 점점 중요해지면서 앞으로는 경영전략의 한 방편으로 더욱도 APS개선의 연구와 논의가 지속적으로 이루어져 그 활성화를 위해 보다 실증적이고 체계적인 연구과제가 이루어져야 한다고 생각한다.

## 5. 참 고 문 헌

- [1] 권기보, 강신환(2004), 「APS 소개」, (주) 에스제이씨엔에스.
- [2] 방성훈(2000), 「SCM 내 전략적 APS 구축 방안 연구」, 경북대학교 석사학위 논문
- [3] 이윤경(2008), 「APS 패키지를 이용한 성적 관리 시스템 설계 및 구현」, 경기대학교 교육대학원 전자계산학과 석사학위논문.
- [4] 이태억(1998), 「Supply Chain Management 개념과 전망」, Tutorial, 대한 산업공학회/한국경영과학회 춘계 공동학술대회.
- [5] 조용욱 외(1999), 「로봇선택을 위한 의사결정 모델 개발」, 대한안전경영과학회지
- [6] 조호진(2004), 「중공업 산업의 SCP에서 이용한 DBR 기반의 APS」, 인천대학교 대학원 산업공학과 석사학위 논문.
- [7] 최인채(2001), 「확장 ERP 관점에서 본 APS 도입 방안」 금오공과대학교 산업대학원 산업경영학과 석사학위 논문.
- [8] 허준영 외(2004), 「다구찌 기법을 적용한 다기준 의사결정 모형」, 한국산업경영시스템학회 학술대회.
- [9] Anderson, R. T., and Neri, L.(1990)., "Reliability-Centered Maintenance: Management and Engineering Methods, Elsevier", London & New York,.
- [10] Astrom, K. J(1989)., "Toward Intelligent Control," IEEE Control Systems Magazine, pp.60~64.
- [11] Avishai, B(1989)., "A CEO's Common Sense of CIM; An Interview with J. Tracy O'Rourke," Harvard Business Review.

- 
- [12] Barron, H., and Schmidt, C. P.(1988), "Sensitivity Analysis of Additive Multi-attribute Value Models", Operations Research, Vol.36. pp.122-127.
- [13] Barton, F. M., Agrawal, S. P., and Rockwell, M. L(1988)., "Meeting the Challenge of Japanese Management Concepts," Management Accounting, pp.49~53.
- [14] Harker P.T., and Vargas L.G.,(1987) "Theory of Ratio Scale Estimation: Saaty's Analytic Hierarchy Process", management Science, Vol. 33, pp. 1383-1403.