

## FactoryCAD를 이용한 우편집중국 등기 작업장 설비 배치 개선

### Improvement of the Facilities Layout Using FactoryCAD in a Registry Department of Mail Center

이 해 원<sup>\*</sup> 전 인 우<sup>\*\*</sup> 김 기 동<sup>\*\*\*</sup>  
Lee, Hae-Won Jeon, In-Woo, Kim, Ki-Dong

#### Abstract

In the future, the sorting machines will be taken charge of the most part of the letter sorting operations. At present, in order to deliver the sorted letters by the next day, many labors are intensively committed in the letter sorting operations. This research analyzes the problem of the facilities layout in registry department of mail center. It presents an improved design of facilities layout in comparison with several alternatives including the current layout using AutoCAD and FactoryCAD. It presents the optimized facilities layout using the algorithm which is embedded in the FactoryOPT. By the result of this research, we expect that the productivity of sorting letter will be improved and the related total labor cost will be minimized.

키워드 : 우편집중국, 설비 배치, FactoryCAD  
Keywords : mail center, facilities layout, FactoryCAD

#### 1. 서론

국내 우정 사업은 대외적으로는 WTO에 의한 우편사업 부문의 시장 개방 요구가 가중되고 있으며, 대내적으로는 민간 업체의 유사한 서비스의 도전을 받고 있는 실정이다. 따라서 국내 우정 사업은 여타 기업과 마찬가지로 우편 업무 처리에 대한 생산성 향상을 지속적으로 추구함으로써 경쟁력을 확보해야하는 상황이다[11]. 이러한 상황으로 인해 현재 국내에서는 우편 업무 처리의 생산성 향상을 위한 우편물류시스템의 고도화 기술 개발을 목적으로 다수의 연구가 활발히 진행되고 있다[5,9,10].

본 연구에서는, 우편집중국의 현황을 분석하여 수구분 작업이 이루어지는 작업장에서의 우편물 흐름에 나타나고 있는 문제점을 파악한다. 우편집중국의 여러 부서 중 특수계와 소형통상계에서 주로 수구분 작업이 이루어진다. 특수계와 소형통상계의 경우, 많은 작업 인원과 우편물로 인해 작업장이 혼잡하다. 이로 인해, 물류 동선상의 물류 흐름 장애가 빈번하게 발생하며 이는 '우편물류 처리 시간의 증가', '폐적하지 못한 작업 환경 유발' 등의 결과로 나타난다. 본 연구에서는 우편집중국의 작업장 배치 개선을 통해 이와 같은 문제점에 대한 해결 방안을 모색한다. 본 연구를 통해 개발된 집중국 등기 작업장 배치 개선 방안은 결과적으로 분류 업무에 투입되는 인력절감, 처리 비용 절감, 배달 시간 단축을 통한 고객 만족 등의 결과로 나타날 것이다. 또한 이를 통해 우정 사업의 경쟁력 향상에도 일조할 것으로 판단된다.

본 연구에서 다루고자하는 문제는 궁극적으로

\* 한국전자통신연구원  
\*\* INOPS Inc.  
\*\*\* 강원대학교 산업공학과 부교수, 공학박사

설비 배치 문제이다. 설비 배치 문제는 총 물류이동거리의 최소화를 위해 주어진 공간에서 생산에 필요한 설비를 배치하는 문제이다. 일단 배치가 결정되면 변경하기 어렵고, 변경에 많은 비용이 들기 때문에 생산시스템의 설계 단계에서 신중히 고려하여 배치를 결정한다. 설비 배치의 목적은 설비투자의 최소화, 생산소요시간의 최소화, 공간의 효율적 이용, 작업자에게 안전과 편의 제공, 인력의 효과적 활용, 운반거리 또는 운반비용의 최소화, 차후의 배치변경에 있어 신속성 제고, 생산 공정 간의 균형 유지 등이다[12]. 본 연구에서는 총 운반거리 최소화를 목적으로 수구분 작업이 이루어지는 특수계에 대한 효율적인 배치 대안을 개발한다.

2장에서는 우편물류 시스템의 고도화 기술개발 관련 연구와 설비 배치 관련 연구에 대한 관련 연구 현황을 살펴보고, 3장에서는 우편집중국의 현황을 분석한다. 4장에서는 D우편집중국 특수계 작업장을 대상으로 최적 물류 흐름을 위한 설비 배치안을 제시한다. 마지막으로 5장에서는 결론 및 추후 연구 방향을 제시한다.

## 2. 관련 연구 현황

관련 연구 현황은 크게 우편물류 시스템 고도화 기술 개발에 대한 연구와 설비배치 문제에 대한 연구로 나누어 살펴본다.

### 2.1 우편물류 시스템 고도화 기술개발 관련 연구

우편물 분류와 관련된 선진 사례를 살펴본다. 우리나라, 일본, 호주의 경우 주소인식 및 행선지별 집화를 제외한 모든 작업이 수작업으로 이루어지고 있으나, 미국의 경우 구분 작업을 위하여 완전 자동화 단계까지 연구되어 시제품이 개발되었다. 또한 수작업으로 수행하는 경우에도 끝없는 작업 개선을 통해 효율적인 작업 방법을 찾는 노력을 게을리 하지 않고 있다[11].

우편 분류 업무가 집중적으로 이루어지는 Mail Center를 일종의 생산 시스템으로 보고 이의 생산성 향상을 위해 다양한 방안을 모색하고 있다. 우편 물류 처리의 자동화 방안 연구, 차세대 첨단 생산 시스템의 개념으로 소개되고 있는 Lean Manufacturing System의 개념을 적용한 Lean Document Factory 연구, 원활한 내부 물류 흐름을 위한 작업장 배치 방안 연구, Six Sigma의 현장 적용 연구 등이 그것이다[13,18,19]. 이러한 자체 시스템의 고도화와 관련된 노력외에 우편 서비스를 이용하는 일반인들을 대상으로 한 홍보 활동도 병행하고 있었다. 규격 봉투의 이용 및 올바른 주소 표기법 홍보, 특별한 주의가 필요한 수화물의 취급 방법 홍보 등 소비자 교육 및 홍보 활동이 활발히 이루어지고 있다[15].

국내에서도 우편물류 시스템의 고도화와 관련된 연구들이 활발히 진행되고 있다.

남윤석 외[4]는 우편물 익일 배달을 향상을 목표로 자동화 시설을 이용한 우편 구분 작업의 단순화 방안, 업무 흐름절차, 우편처리시간의 단축, 수발착 스케줄링을 통한 최적운영 방안을 시뮬레이션 기법을 이용하여 모색하였다.

이창민 외[9]는 수구분 작업의 생체역학 실험 분석을 통하여 인체 특성 및 인체 Size에 적절한 작업 방법 개선 방안을 제시하고, 작업 시 작업동선을 최소화하고, 작업부하를 경감시키려는 연구를 수행했다. 또한 분류작업 수행 시 사용되는 수구분대의 인체공학적인 개념을 도입한 실험 및 분석을 통한 개선으로, 근골격계 질환의 예방과 작업을 통한 근육 부하를 경감시키는 연구를 수행했다.

서용원 외[5]는 우편물류에 대해 RFID (Radio Frequency Identification) 도입 시의 공정 영향을 평가하여 개선 효과를 분석하고, 이를 통하여 RFID의 단계적 도입 전략을 제시하는 연구를 수행했다. 우편물에 바코드(Bar Code)를 부착하여 처리하고 있는 현재의 우편물 분류·발착 관리 체계를 개선하여, RFID 기반의 처리 체계로 전환하였을 경우의 프로세스 효율성 제고 효과를 분석했다. 또한 RFID 체계 도입 시의 비용 개선 효과를 분석하여 RFID 도입 단계 및 각 단계별 적용 범위를 제시했다.

정근채 외[10]는 유·무인 우편창구의 효율화/지능화를 위한 우편집수 창구모형 개발을 기존 유·무인 창구의 환경 분석과 선진사례 분석을 통하여 도출된 문제점을 개선했다.

### 2.2 설비 배치 관련 연구

대부분의 산업현장에서 생산설비의 배치문제는 직접적으로 생산 효율의 증대와 작업환경의 개선에 큰 영향을 미치고 있다. 기존 설비 배치 문제에 대한 목적은 대부분 설비들 사이의 총 물류비용을 최소화하는 것이다. 일반적으로 설비 배치 문제는 설비의 개수가 증가함에 따라 더욱 복잡해지고 풀기 어려워진다.

김재곤 외[3]는 시스템 내에서의 총 물류이동거리를 최소화하는 설비 배치안을 생성하는 문제에서 설비 배치를 연속평면에서 생성해주는 알고리즘을 제시했다. 이 알고리즘은 그래프 이론에 근거한 기법을 사용하고 있다. 이 기법으로 초기 설비 배치안을 구하고, SA(Simulated Annealing) 알고리즘으로 설비 배치의 개선을 시도했다.

김동민 외[2]는 총 물류이동거리를 최소화하는 설비 간의 정성적이고 정량적인 속성을 고려하기 위해 2단계의 접근 방법을 사용했다. 1단계로 정성적인 속성으로 신경망 이론 중 자기조직화(SOFM : Self Organizing Feature Maps) 이론을 사용하여

설비군을 형성하고, 2단계로 정량적인 속성에 의해 근사 최적해를 구하기 위해 유전자 알고리즘을 적용했다.

서윤호 외[6]는 총 물류이동거리를 최소화하는 문제에서 실제 작업장에 설비를 배치할 때 현실적인 문제점 즉, 작업장의 형태, 작업장의 장애물과 설비의 모양이나 크기를 고려하여 실제 작업현장에 적용할 수 있는 설비 배치 문제에 대한 수학적 인 모델을 제시하고, 이 문제의 해법을 얻기 위해 유전자 알고리즘을 이용한 해법을 제시했다.

이성열 외[8]는 전통적 설비 배치계획 기법인 SLP(Systematic Layout Planning)기법의 단점을 보완하기 위해 개미 알고리즘을 이용했다. 블록단위 설비 배치에 개미 알고리즘을 이용하여 설비간 총 이동거리를 최소화하는 최선 해를 탐색하는 설비 배치 기법을 제안했다.

이상에서 살펴본 바, 설비배치 문제에 대해서는 SA 알고리즘, 유전자 알고리즘, 개미 알고리즘 등 주로 발견적 기법을 이용하여 해를 도출하려는 시도가 이루어졌다.

본 연구에서는 현실적인 문제를 풀이하기 위하여, 새로운 방법론을 모색하기보다는 검증된 설비 배치 도구인 FactoryCAD를 이용한다[7]. 기존 배치기법에 비해 사용자가 다루기 쉽고, AutoCAD와 같이 사용하여 좀더 현실적인 배치가 도출되는 기능을 갖는 FactoryCAD를 이용하여 우편집중국 등기 작업장의 설비 배치를 개선하고자 한다. 시뮬레이션을 통해 현 배치와 대안을 비교 분석하여 개선된 배치안을 도출한다. FactoryCAD에서는 현 배치에 대한 흐름을 분석하고 대안을 비교할 수 있는 FactoryFLOW와 공간에 대한 제약을 배제하고 최적 배치안을 도출하기 위해 FactoryPLAN과 FactoryOPT를 사용한다.

### 3. 우편집중국 현황 분석

우편집중국의 현황 분석을 위해 집중국 전만에 걸친 우편 처리 업무 현황에 대해 분석했고, 세부적으로 D우편집중국의 소형통상계/특수계에 대한 우편 처리 작업 현황을 분석했다.

#### 3.1 우편 처리 업무 현황 분석

우편집중국에서 다루는 우편물의 종류와 부피가 다양하기 때문에, 우편물을 처리하는 부서 또한 다양하다. 우편집중국에서의 우편 구분은 발송 구분과 도착 구분으로 나뉜다. 발송 구분이란, 해당 우편집중국의 수용권역에서 수집된 우편물을 타 집중국(우편물의 목적지를 수용권역으로 두고 있는) 별로 구분하는 것이다. 또한 도착구분이란 발송구분이 된 후, 타 집중국으로부터 도착된 우편물을 도착된 집중국에서 수용권역 내 집배원별 및 읍,

면, 동별로 구분하는 것을 말한다.

우편물 구분 작업에는 우편 기계 시설 이용이 점차 많은 비중을 차지하는 추세이다. 본 연구는 작업의 대부분이 수작업으로 이루어지는 등기 작업장의 설비 배치 문제를 대상으로 한다. 작업에 대한 이해를 위해 작업 현황은 소형통상 처리 작업장과 등기 작업장을 함께 분석하였다. 우편물 처리 부서를 살펴보면 소형통상 우편물을 구분하는 부서는 소형통상계라 하며, 우편물 부피(대형, 소형)에 상관없이 등기 우편물을 구분하는 부서는 특수계라고 한다. 우편집중국에서 이루어지는 작업장의 작업 프로세스는 대략적으로 다음과 같다. 우편물을 실은 차량이 도착해서 우편물을 하차하고, 구분 기계와 인력을 사용하여 구분 작업을 한다. 그리고 구분이 끝난 우편물을 발송한다. 우편물의 종류에 따라서 작업의 흐름에 차이가 있는 바, 우선 우편물의 종류를 정리한다.

#### (1) 소형통상계와 특수계 처리 우편물 종류

우편물의 종류를 구분하는 기준은 여러 가지가 있다. 우선 접수 시 기록 유무에 따라 통상 우편물과 등기 우편물로 구분된다. 또한 우편물의 크기에 따라 소형 우편물과 대형 우편물로 나뉘며, 배달해야 하는 속도에 따라 빠른 우편물과 보통 우편물로 나뉜다. 기계를 이용한 구분이 많이 이루어지는 소형통상계의 경우, 기계처리 가능한 우편물과 수구분 우편물로도 구분된다.

등기 우편물은 특수계에서 전량 수작업으로 구분한다. 소형통상계에서는 소형통상 우편물을 구분한다. 빠른 소형통상의 경우 전량 수작업으로 구분하고, 그 외의 경우는 기계처리 불가능한 우편물을 수작업으로 구분한다. 따라서 본 연구에서 연구 대상으로 하는 종류는 각 부서별로 다음과 같다.

- ① 특수계 : 빠른 대형 등기, 빠른 소형 등기, 보통 대형 등기, 보통 소형 등기
- ② 소형통상계 : 빠른 소형통상, 기계처리 가능 소형통상, 수구분 소형통상

#### (2) 우편물 처리 흐름

우편물의 종류에 따른 처리 흐름은 소형통상계와 특수계에서 다르게 나타난다.

먼저 소형통상계의 우편물 흐름을 알아보면, 도착장으로 파렛에 실려 도착한 우편물들은 소형통상계 작업장으로 이동된다. 정리대에서 파렛의 우편물을 하역하여 우편 상자에 기계처리 가능한 우편물과 수구분 작업장으로 보낼 우편물로 구분한다.

기계처리 가능한 우편물은 자동 문자 판독이 가능한 경우에 OVIS(OCR-VCN Integrated System : 복합구분기)를 통해 바코드를 기록하고 1차 구분

이 이루어진다. 또한 1차 구분 후 구분이 이루어지지 않은 우편물은 LSM(Letter Sorting Machine : 최종구분기)에 의해 최종 구분이 이루어진다. 바코드가 찍혀 있는 우편물의 경우에는 OVIS를 거치지 않고 곧바로 LSM으로 투입된다. OVIS 및 LSM을 통해 도착지 별로 구분된 우편물은 파속기(다수의 우편물을 하나로 묶어주는 기계)를 이용해서 파속된다.

수구분 작업장으로 보내진 우편물은 수구분대에서 구분 작업이 이루어진다. 그 후 단위 화물화된 우편물들은 빠른·보통 구분대로 이동되어 해당 발송 지역으로 구분된다. 그 다음 파렛 단위로 발송장으로 이동되어 발송 처리된다.

또한 특수계 우편물의 흐름을 알아보면, 도착장으로 파렛에 실려 도착한 우편물들은 특수계 작업장으로 이동한다. 우편물이 들어 있는 행낭과 박스를 개봉하여 우편물을 꺼내어 정리하는 개낭(開囊) 작업이 정리대에서 이루어진다. 부피가 큰 등기 우편물들은 컨베이어를 통해 구분 작업이 이루어지고, 부피가 작은 등기 우편물들은 우편 상자에 담겨 빠른·보통 수구분 작업장으로 이동되어 구분 작업이 이루어진다. 구분 작업이 이루어진 우편물들은 PC작업대 또는 고속리더기로 이동된다. PC작업대에서는 작업자가 우편물의 송달증을 만들기 위해 바코드를 읽어 컴퓨터에 기록하는 바코드 작업이 이루어진다. 고속리더기에서는 고속리더기를 이용할 수 있는 우편물에 대해 자동으로 송달증 작성이 이루어진다. 우편물에 대한 송달증 작성 작업을 마치면, 행낭에 넣고 파속하여 발송처리장에서 파렛에 실려 발송된다.

<그림 1>에 우편집중국에 우편물이 도착하여 발송하기까지의 우편물 처리 흐름을 전체적인 그림으로 도시했다. 이 그림에서 특수계 부분이 연구의 주된 관심사가 된다.

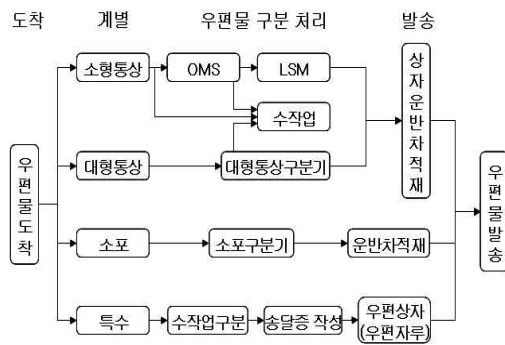


그림 1 우편집중국의 우편물 처리 흐름

### 3.2 D우편집중국의 특수계 현황 분석

D우편집중국의 특수계 현황 분석 내용을 정리한다. 우선 처리 물량에 대한 현황을 정리하고, 처리 업무에 대한 시간적인 제약 상황을 정리한다. 또한, 특수계에서 이용하는 우편물 운송 용기에 대해 설명하고 끝으로 특수계에서의 추가 업무(소형 통상계와 비교하여)와 인력 운용 현황에 대해 정리한다.

#### (1) 특수계 우편 처리물량 및 비율

D우편집중국의 각 부서에서 다루는 우편물의 월별 처리물량에 대해서 조사했다. D우편집중국의 일일 평균 처리물량은 600여만 통이며 특수계의 경우 일일 평균 처리 물량은 12만통이다(2003년 6월 현재).

참고로, 우편집중국의 각 부서에서 다루는 우편물은 월 중 일별 물량 변동이 있다. 소형통상계는 물량 변동이 크다. 최번기(한달 중 우편물량이 증가하는 기간)는 매달 15일 전후 1주일인데 하루 처리물량이 1100만 통이고, 평시에는 300만 통 정도이다. 반면 특수계는 월 중 일별 물량 변동이 거의 없다.

각 우편물의 수량은 D우편집중국 처리물량 자료 조사 결과, 빠른우편 : 보통우편은 1 : 2의 비율이었다. 또한 대형우편 : 소형우편은 3 : 7의 비율이었다.

#### (2) 특수계 우편물 처리에 대한 시간 제약

우편물은 하루 두 번에 걸쳐 우편집중국으로 수집이 된다. pm 3:00부터 pm 5:00까지 들어오는 우편물을 수집 1호 편이라 부르고, pm 7:00부터 pm 9:00까지 들어오는 우편물을 수집 2호 편이라 부른다. 이렇게 수집된 우편물은 처리되어야 하는 시간이 정해져 있다. 수집 1호 편은 pm 8:00까지 발송되어야 하고, 수집 2호 편은 pm 11:00까지 발송되어야 한다.

#### (3) 특수계에서 이용하는 우편물 운송 용기

우편물을 운송할 때 쓰이는 용기를 살펴본다. 도착과 발송 시에는 파렛 단위로 이동된다. 우편물은 파렛 안에 행낭과 덮개가 있는 중형 상자에 담겨 도착하게 된다. 구분 작업을 할 때 부피가 큰 우편물은 대형 플라스틱 용기에 담겨 이동하고, 소형 우편물은 소형 상자에 담겨 이동한다. 발송할 때는 다시 행낭에 우편물을 넣어 행낭을 파렛에 싣는다.

#### (4) 특수계에서의 추가 업무와 인력 운용

특수계에서 다루어지는 등기 우편물이 소형통상계와 다른 점은 송달증 작성 작업(PC작업을 통한 진산 작업 즉, 바코드를 읽어 기록하는 작업)이 추

가된다는 점이다. 또한 도착된 우편물을 빠른 시간 안에 구분 작업을 마치고 발송해야 하는 어려움으로 인해 작업 인원도 많이 투입된다.

특수계에서 작업하는 인원은 정규직 12명과 임시직 55명으로 총 67명이다. 하지만, 임시직 인원은 파트타임으로 일을 하기 때문에 유동적이다. 우편물은 pm 3:00부터 지속적으로 도착하기 때문에, 시간별로 작업 인원들은 유동적으로 작업을 한다. 예를 들면, 작업자가 도착한 우편물을 구분하는 작업을 한 후 PC작업을 하고, 다시 우편물이 도착하면 개냥하고 분류하는 작업을 한다.

#### 4. 우편집중국 특수계 최적 물류 흐름을 위한 배치 설계

본 절에서는 D우편집중국 특수계 작업장에 대한 최적 배치안을 제시한다. 이를 위해 우선 현 배치에 대한 물류 흐름을 분석한다. 그 후, 본 연구에서 제시하는 다수의 대안 배치와 FactoryOPT에 의해 도출된 배치안에 대한 물류 흐름을 분석하고 최적 배치안을 제시한다.

##### 4.1 현 배치의 물류 흐름 분석

FactoryCAD를 이용한 물류 흐름 분석을 위해 입력해야 할 자료를 설명하고, FactoryFLOW의 실행 결과를 분석한다.

##### (1) 입력 자료

FactoryCAD를 사용하여 배치안을 분석하고 그 대안을 도출하기 위해서는 현 초기 배치안을 AutoCAD로 그리는 작업이 우선되어야 한다. <표 1>에 특수계 부서와 공간크기에 대해 정리했고, <그림 2>에 설계 대상이 되는 배치를 도시했다. 부서의 공간크기와 부서 간의 거리는 실측하여 작성된 것이다.

이상의 기본 입력 자료 외에 FactoryFLOW 관련 입력 자료에는 제품파일(Products File), 부품파일(Parts File), 자재 운반 장비파일(Material Handling File)이 있다. 제품은 다수의 부품의 결합으로 이루어지는 것이 일반적이다. 그러나 우편물은 공장에서 여러 가지 부품들이 결합되어 생산되는 제품으로 출하되는 것이 아니다. 따라서 우편물의 경우는 한 제품이 하나의 부품으로 구성된다고 가정했다. 이러한 가정에 기준하여 부품파일을 입력했다. 우편물은 모두 4종류로 구분했다. D우편집중국의 우편물 처리현황 자료에 입각하여, 특수계의 일일 평균 처리물량인 12만 통으로 했다. 빠른 대형 우편물은 12,000통, 빠른 소형 우편물은 28,000통, 보통 대형 우편물은 24,000통, 보통 소형 우편물은 56,000통이다. 우편물 운반 장비에는 컨베이어와 우편물 운반 용기들이 있다. 이때 컨베이어는 작업장과 우편물 운반 장비의 역할을 모두 하고 있다.

어는 작업장과 우편물 운반 장비의 역할을 모두 하고 있다.

표 1 특수계 부서의 공간정보

실제 부서명	FactoryCAD 입력 부서명	부서 넓이 (cm <sup>2</sup> )
개냥 및 분류 작업장	W1	330000
빠른 우편물 정리대	W_FAST_PLACE	187200
보통 우편물 정리대	W_COMMON_PLACE	315000
빠른 대형 구분 컨베이어	W_FAST_BIG	665600
빠른 소형 수구분 작업장	W_FAST_SMALL	231000
보통 대형 구분 컨베이어	W_COMMON_BIG	810000
보통 소형 수구분 작업장	W_COMMON_SMALL	231000
고속리더기	W_FAST_PC_PLACE	66000
PC작업장1	W_PC_PLACE1	312000
PC작업장2	W_PC_PLACE2	312000
PC작업장3	W_PC_PLACE3	312000
발송 작업장	W2	570000

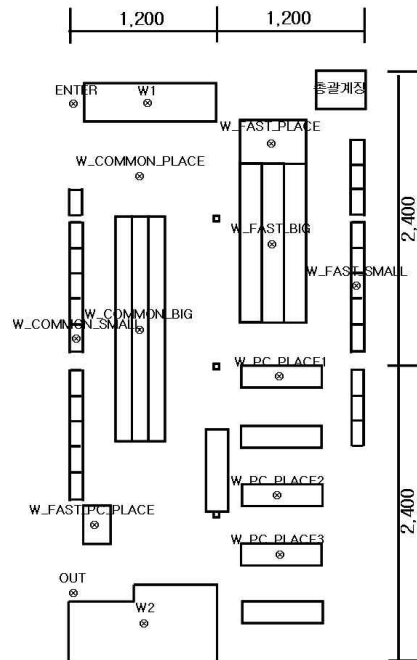


그림 2 특수계 작업장 배치(단위: cm)

표 2 특수계 배치 결과 보고서

우편물 종류	일일평균 우편물량	우편물 이동부서	이동거리 (Meter)	빈도 (Moves)	우편물 운반장비 (우편물량/1회)
빠른 대형 우편물	12000	W1 and W_FAST_PLACE	182.15	120	행낭(100)
		W_FAST_PLACE and W_FAST_BIG	0	12,000.00	컨베이어(1)
		W_FAST_BIG and W_PC_PLACE1	185.75	120	중형상자(100)
		W_PC_PLACE1 and W2	490.25	120	행낭(100)
		W2 and OUT	10.77	12	파렛(1000)
		Total	868.93	12,372.00	-
빠른 소형 우편물	28000	W1 and W_FAST_PLACE	21.25	14	행낭(2000)
		W_FAST_PLACE and W_FAST_SMALL	148.8	56	소형상자(500)
		W_FAST_SMALL and W_PC_PLACE2	187.08	56	소형상자(500)
		W_PC_PLACE2 and W2	37.66	14	행낭(2000)
		W2 and OUT	1.26	1.4	파렛(20000)
		Total	396.05	141.4	-
보통 대형 우편물	24000	W1 and W_COMMON_PLACE	207.32	240	행낭(100)
		W_COMMON_PLACE and W_COMMON_BIG	0	24,000.00	컨베이어(1)
		W_COMMON_BIG and W_PC_PLACE3	1,022.70	240	중형상자(100)
		W_PC_PLACE3 and W2	488.3	240	행낭(100)
		W2 and OUT	21.53	24	파렛(1000)
		Total	1,739.85	24,744.00	-
보통 소형 우편물	56000	W1 and W_COMMON_PLACE	24.19	28	행낭(2000)
		W_COMMON_PLACE and W_COMMON_SMALL	295.67	112	소형상자(500)
		W_COMMON_SMALL and W_FAST_PC_PLACE	268.8	112	소형상자(500)
		W_FAST_PC_PLACE and W2	35.71	28	행낭(2000)
		W2 and OUT	2.51	2.8	파렛(20000)
		Total	626.88	282.8	-
Grand Total			3,631.70	37,540.20	-

(2) FactoryFLOW 분석 결과

현재 배치안에 대한 FactoryFLOW 분석 결과를 <표 2>에 정리했다. <표 2>에는 실제 경로에 따라 우편물이 각 작업장 사이를 이동하는데 걸리는 총 이동거리와 빈도(Intensity)가 표시되어있다. <표 2>에 의하면, 보통 대형 우편물이 컨베이어에서 구분되어 바코드 작업을 위해 PC작업장으로 이동하는 거리가 길다는 것을 알 수 있다. 여기서 빈도란 단위시간당 요구되는 부품 수를 1회 운행 시 운반되는 부품의 수로 나눈 것을 말한다.

총 이동거리와 총 빈도는 각각 우편물이 컨베이어와 운반 장비에 의해 작업장 사이로 이동되는 총 거리와 총 빈도를 나타낸다. 이때의 빈도수는 우편물의 수를 운반 장비의 1회 물량으로 나눈 값이다. 우편물이 작업장을 이동하는 거리가 0인 경우는, 작업장이 인접하여 우편물을 운반 장비에 싣거나 내리는 작업 없이 이동이 이루어지고 있다는 것을 의미한다.

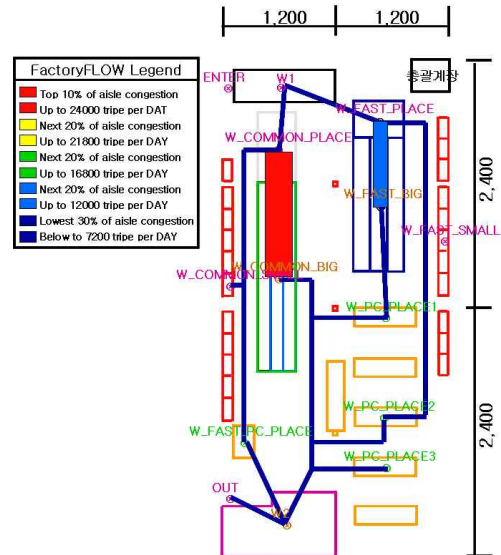


그림 3 특수계 통로의 혼잡도(단위: cm)

또한 FactoryFLOW의 실행 결과, 특수계 통로의 혼잡도를 <그림 3>에 도시했다. 특수계에 도착한 등기 우편물은 개냥 및 분류 작업장에서 시작하여 각 작업장으로 이동하면서 구분 처리되어 발송 작업장을 거쳐 빠져나간다. <그림 3>을 보면 가장 혼잡한 작업장은 대형 우편물을 구분하는 컨베이어로 흐름량이 다른 작업장 사이의 혼잡도보다 상대적으로 많은 것으로 나타난다.

#### 4.2 배치 대안 도출과 물류 흐름 분석

시설의 배치계획은 공정계획의 연장이다. 공정계획에서는 제품설계에 맞추어 가공할 기계를 설계하고 새로운 기술을 도입하게 된다. 시설배치를 통하여 이러한 공정을 배열하고 공정을 수행하는데 필요한 공간을 제공하게 된다. 이와 같이 공정계획과 시설의 배치계획은 서로 영향을 미치기 때문에 계획수립과정에서 서로 정보의 교환이 꾸준히 진행되어야 한다[1].

현 특수계의 공정 개선을 위해 없애거나 추가할 공정은 없다. 특수계로 등기 우편물이 도착하면, 한 방향의 흐름으로 일련의 구분처리 과정을 거쳐 작업장을 지나간다. 특수계의 작업장은 흐름라인을 갖는다. 따라서 우편물 흐름에 대해 작업장의 개선을 시도했다.

특수계의 작업 부서 중 많은 작업인원을 투입하고, 작업시간을 많이 소비하는 부서는 수작업으로 우편물을 구분하는 빠른·보통 소형 수구분대이다. 현 배치에서도 볼 수 있었듯이, 빠른·보통 소형 수구분대는 떨어져 있다. 노동력이 집중적으로 투입되는 중요한 부서에 대한 고려가 개선안 도출의 핵심이 된다. 현 특수계 작업장에 대해 우편물의 흐름을 고려하여 중요부서만 개략적으로 그려보면 <그림 4>와 같다.



그림 4 특수계 중요부서 배치도

현재 상황에 있어서의 제약을 살펴보면 다음과 같다.

- 1) 작업장의 입구와 출구의 위치 때문에 개냥 및 분류 작업장과 발송 작업장의 위치는 고정된다.
- 2) 작업의 흐름으로 인해 빠른·보통 구분 작업장 이후에 PC작업장이 위치해야 한다.
- 3) 교체 예정인 수구분 작업대의 특성상 소형 수구분대는 인접해 있어야 한다. 따라서 빠른·보통 소형 수구분대는 인접해 있어야 한다.

특수계에 대해 현재 배치와 대안의 비교분석을 수행한다. 특수계 작업장에 있어 전체 부서 배치의 총 이동거리를 FactoryFLOW를 이용하여 분석한다. 현재 배치와 위의 <그림 5>의 개선의 여지가 있는 대안들을 대상으로 AutoCAD의 Move 명령을 사용하여 작업장의 위치를 이동시키면서 시뮬레이션 분석을 실시하였다. 각 배치안의 분석결과를 직선 경로에 따른 총 이동거리 및 빈도 면에서 비교한 내용이 다음 <표 3>에 나타나 있다.



(1)

(2)

(3)

그림 5 현 배치안의 대안들

표 3 현 배치와 대안들의 비교

	총 이동거리 (m)	빈도
현 배치	3,008.72	37,540.20
배치 대안 (1)	2,760.16	37,540.20
배치 대안 (2)	3,023.24	37,540.20
배치 대안 (3)	2,826.94	37,540.20

<표 3>에서 알 수 있듯이 가장 좋은 배치 대안은 (1)번 대안으로 나타났다. 위의 <표 3>에서와 같이 개선 공정상 최선의 배치안은 현재의 배치에 비하여 8.26%의 총 이동거리를 단축할 수 있었다. 이와 같이 우편물의 흐름을 단축하고 더 효율적인 배치를 찾게 되었다.

이상 살펴본 바와 같이 배치안의 분석 결과 현재 배치에서 개선할 점이 있음이 정량적으로 증명되었다. 개선된 배치안은 <그림 6>과 같다.

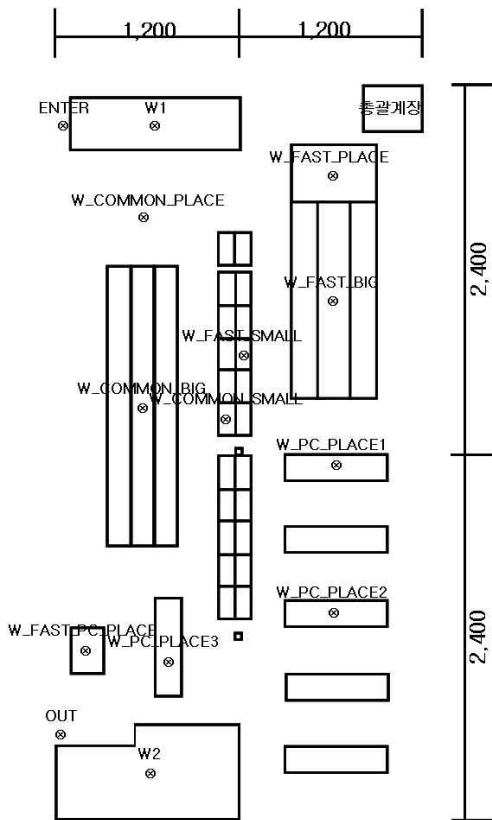


그림 6 특수계 개선 배치안(단위: cm)

### 4.3 FactoryOPT에 의한 최적 배치안

최적 배치안은 공간에 대한 제약을 고려하지 않고 FactoryPLAN에서 자료를 입력하여 FactoryOPT에서 실행했다. 그 결과 최적 배치안의 그래프 형태는 <그림 7>과 같이 나타났다. 그래프는 각 부서들이 동일한 면적을 갖는 시설배치의 도식적인 표현이다. 작업장 입구와 출구의 위치에 대한 제약은 주지 않았다.

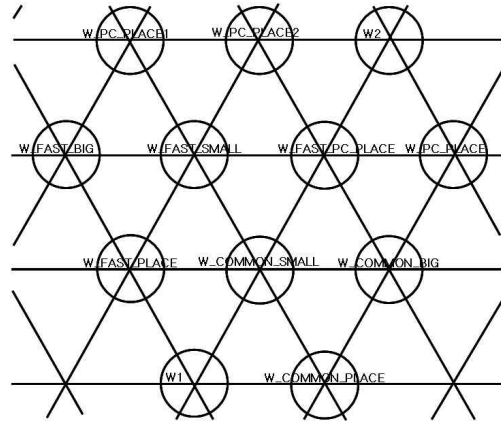


그림 7 FactoryOPT 실행결과 - 그래프 배치

FactoryOPT는 활동관련도 자료를 기초로 블록 배치에서 부서들의 최적에 가까운 배치를 위해서 Spanning Tree Algorithm을 사용한다. FactoryOPT로 좋은 배치가 나온다면, 상호보완적으로 FactoryPLAN과 FactoryFLOW에서 더 좋은 배치를 찾기 위해 이를 사용할 수 있다[17].

그래프 알고리즘의 목표는 양의 상관관계를 가지는 활동들을 서로 이웃하게 배치시키는 것이다. A E I O U 순으로 가장 큰 유사성을 가진 부서부터 먼저 시작한다. 음의 관계들(X Z)을 가진 활동 부서는 가능한 멀리 놓여진다. 그러나 각 활동은 적어도 다른 하나의 활동과는 이웃해야만 된다 [14].

이 그래프 배치안을 토대로 현 배치의 비율에 맞춰, 전체 크기의 비율을 가로는 1, 세로는 2로 설정하여 블록배치를 실행해 본 결과 다음 <그림 8>과 같다.

최적 블록 배치는 우편물이 작업장으로 들어오면 각 우편물에 따라 한 방향으로 이동하면서 공정을 거치도록 배치된다. 공간 활용에 있어서도 불필요한 공간을 제거하였고 부서간의 거리와 흐름을 줄일 수 있다.



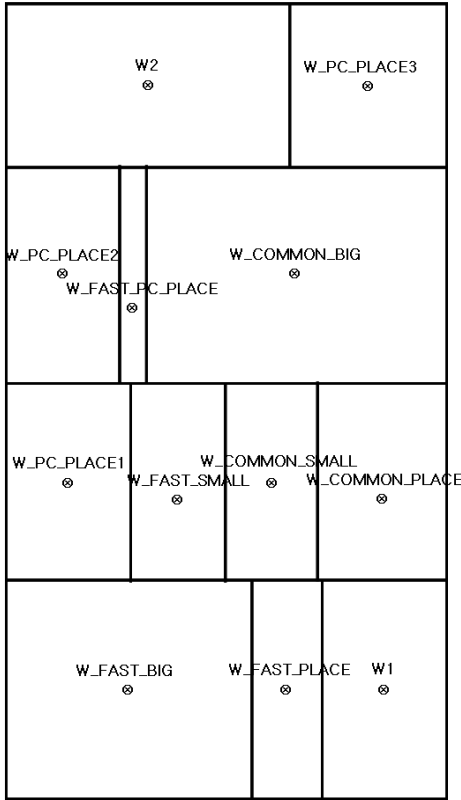


그림 8 FactoryOPT 실행결과 - 블록 배치

<그림 8>의 블록배치의 개념을 적용한 배치 대안을 AutoCAD로 작성하였고 이를 다음 <그림 9>에 도시했다. <그림 9>의 배치안에서는 면적 제약은 고려되었지만, 출입구 및 장애물에 의한 제약은 고려되지 않았다.

<그림 9>의 최적 배치안에 대해 FactoryFLOW를 사용하여 흐름을 분석했다. 직선 경로에 따른 총 이동거리 및 빈도를 <표 4>에서 최적 배치안과 <표 3>의 분석결과와 비교하였다.

<표 5>에서 알 수 있듯이 최적 배치안이 현재의 배치에 비하여 8.40%의 총 이동거리를 단축할 수 있었다. 또한 최적 배치안이 개선 배치안에 비하여 약 0.15%를 단축할 수 있었다.

표 5 현 배치와 최적 배치안의 비교

	총 이동거리(m)	빈도
현 배치	3,008.72	37,540.20
개선 배치안 (현 배치의 대안 (1))	2,760.16	37,540.20
최적 배치안	2,755.88	37,540.20

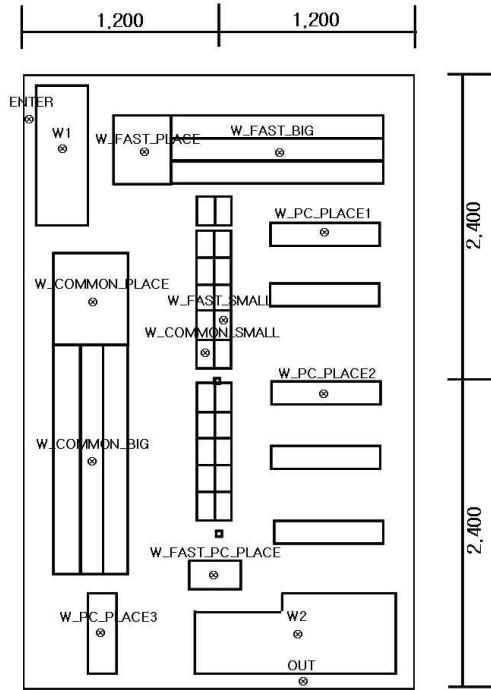


그림 9 특수계 최적 배치안(단위: cm)

### 5. 결론 및 추후연구

우편집중국 등기 작업장에 대한 설비 배치 개선을 위해 FactoryCAD를 사용하여 배치안을 도출하였다. 우편집중국의 현황을 분석하여 등기 작업장에서 발생하는 공정을 파악하고, 배치 설계를 개선하기 위해 시뮬레이션 기능이 지원되는 FactoryCAD를 이용하여 물류 이동량을 최소화 할 수 있는 배치안을 제시하였다. 또한 FactoryPLAN과 FactoryOPT를 사용하여 최적 배치안을 제시하였다. 우편물의 흐름을 고려하여 현 특수계의 수구 분대 위치를 변경한 개선된 배치안을 도출하였고, 출입구 및 장애물에 대한 제약을 고려하지 않은 최적 배치안을 제시하였다.

본 연구를 통해 도출된 개선된 배치안으로 우편처리 업무에 대한 생산성 향상에 기여함으로써 분류 업무에 투입되는 인력 및 비용을 절감할 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구에서 제시된 개선안들의 현장 적용 및 개선안에 대한 보완과 안정적인 현장 적용을 위한 노력은 추후에도 계속되어야 할 것으로 판단되며, 본 연구에서 이용되었던 생산성 향상을 위한 기본적인 방법론들은 우편집중국의 다양한 부서에서도 적용이 가능할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 강금식, *EXCEL 2002 활용 운영관리*, 박영사, 2003.
- [2] 김동민, 이종태, “공정순서를 고려한 신경망 및 유전자알고리즘에 의한 이단계적 설비배치”, *대한산업공학회 추계 학술대회 논문집*, 1998.
- [3] 김재곤, 이근철, 김영대, “그래프 이론을 이용한 설비배치계획에 관한 연구”, *대한산업공학회지*, Vol.23, No.2, pp.359-370, 1997.
- [4] 남윤석, 이홍철, “Simulation 기반 우편집중국 최적운영 방안”, *IE Interfaces*, Vol. 13, No.4, pp.680-687, 2000.
- [5] 서용원, 이형근, 박재원, 류미연, “RFID 도입에 따른 공정 영향평가 및 분석연구”, *한국전자통신연구원*, 2003.
- [6] 서운호, 최대훈, “모양과 장애물 제약을 가진 설비배치 문제의 해법 개발”, *대한산업공학회 추계 학술대회 논문집*, 2000.
- [7] 손권익, 김성준, 김완영, “FactoryCAD를 이용한 보일러 제조업체의 설비배치에 관한 사례 연구”, *강원대학교 산업기술연구소 논문집*, 22(B), pp.79-88, 2002.
- [8] 이성열, 이월선, “개미 알고리즘을 이용한 설비 배치계획”, *한국경영과학회/대한산업공학회 춘계 공동학술대회 논문집*, 2003.
- [9] 이창민, 정은희, 오연주, 하인구, “인간공학 기반 집배 환경 연구”, *한국전자통신연구원*, 2003.
- [10] 정근채, 박문성, 장미숙, 신은수, “우편물 생산 품질(정보품질) 제고를 위한 우편접수창구 환경 분석연구”, *한국전자통신연구원*, 2003.
- [11] 한국전자통신연구원 우정기술연구센터, “우편 물류 생산성 관리지표 개발”, *한국전자통신연구원*, 2002.
- [12] 황학, *작업관리론*, 영지문화사, 1997.
- [13] Caper, J.(2003), “Developing An Automated Mail Center”, *MAILCOM'03 Fall Conference & Exhibition*, Anaheim, C.A., U.S.A..
- [14] EAI.(1999), “Factory Planning Systems Tutorials”, *Engineering Animation Incorporated*.
- [15] Jeff, S.(2003), “Hazardous Materials-What a Mailer Needs to Know!”, *MAILCOM'03 Fall Conference & Exhibition*, Anaheim, C.A., U.S.A..
- [16] Mathies, S.(2003), “Mail Center Design”, *MAILCOM'03 Fall Conference & Exhibition*, Anaheim, C.A., U.S.A..
- [17] Sly, D. P.(1996), “A Systematic Approach to Factory Layout and Design with FactoryPLAN, FactoryOPT and FactoryFLOW”, *Proceedings of the 28th Conference on Winter Simulation*, pp.584-587.
- [18] Williams, R.(2003), “The Lean Document Factory”, *MAILCOM'03 Fall Conference & Exhibition*, Anaheim, C.A., U.S.A..
- [19] Zeikle, C.(2003), “Process Management & Six Sigma In The Work Place”, *MAILCOM'03 Fall Conference & Exhibition*, Anaheim, C.A., U.S.A..