

AGV Material Handling Simulation

LG Electronics HA IT-Based Process Innovation Gr.

JongHoon Shim (심종훈)
Senior Manager

Table of Contents

- **Introduction to AGV (Automatic Guided Vehicle)**
- **AGV Operation Status (LG Electronics)**
- **Operation Issue & Improvement**
- **Solution & Expected Effect**
 - ◇ Central AGV Controller
 - ◇ Material Handling System based on public-use AGV
 - ◇ Expected effect & Desirable operation Image
- **Verification to prevent trial & error**
 - ◇ Current Status Simulation Result
 - ◇ To-Be Simulation Model
- **Benefits from Simulation & Next Rollout Plan**

AGV (Automatic Guided Vehicle) 란?

- AGV (Automatic Guided Vehicle)
- AGV 유도 Type : 1) 전자유도방식, 2) 자기/광학 유도 방식, 3) 초음파 유도방식
- AGV 도입의 목적
 - 1) 생산 물류비용의 절감
 - 2) 자동화 생산라인, 자동 창고 및 주변기기와의 연계의 필요성
 - 3) 물자흐름 및 생산율 변화(성수/비수/평준화)에 대한 유연성 (Flexibility) 향상
 - 4) AGV 가격의 감소추세 vs 인건비의 상승
 - 5) 노동자의 운반작업 기피현상 등



사진출처 : 금성자동화(株), 서원시스템

LG전자 창원공장 AGV 운영 현황

- 300여대의 AGV 운영 중 (전 제품 사업부 사용)
- 각 제품 사업부 자재 공급용으로 활용
 - 제품 물류 : 별도 시스템(WMS) + 지게차 활용
 - LG전자 (PO) → 협력사 → (간판/JIT/일반) → 자재 Store → (AGV) → 공정
- 자기유도 가이드에 의한 1:1 통신 AGV 형태 운영
- 생산계획 대비 수작업 AGV 공급 지시
 - 평준화 생산계획 적용으로 소 lot 단위 생산계획
- 수작업 자재공급 체결 (자재 인원투입)
- Item별/라인별 전용 AGV 운영 (ex. SPS line, CAC Line Cabinet 공급)

AGV 운영 현황 (예)



자재공급 (upload형)



공정 공급 대기 (연결형)



공대차 회수



자동 공급형/복귀

Operation Issue & Improvement

Operation Issue

- 생산 Capa 대비 AGV 수량 비례 증가
- 과다한 대기 Loss (Store, 공정 공대차)
- AGV 경로의 복잡성
- 잦은 교차점 충돌 (센서 한계)
- Line 재공수에 따른 AGV 수작업 투입
- 전용 AGV 사용으로 가동률 저하
- 부품 투입에 따른 재공 검증 불가

Improvement Direction

적정 수준의 공용 AGV수 유지

AGV 가동률 극대화

충돌 제어 및 증앙제어 Control

AGV 투입 시점 자동화 관리
(생산계획에 따른 Flexibility)

재공의 가시화(Visibility) 확보

Solution & Expected Effect

AS-IS Simulation

Level 1 : 1:1 통신, 주행선 의존 단순제어방식 (현재 수준)



To-Be Simulation

Level 2 : 중앙제어를 통한 Controlling System

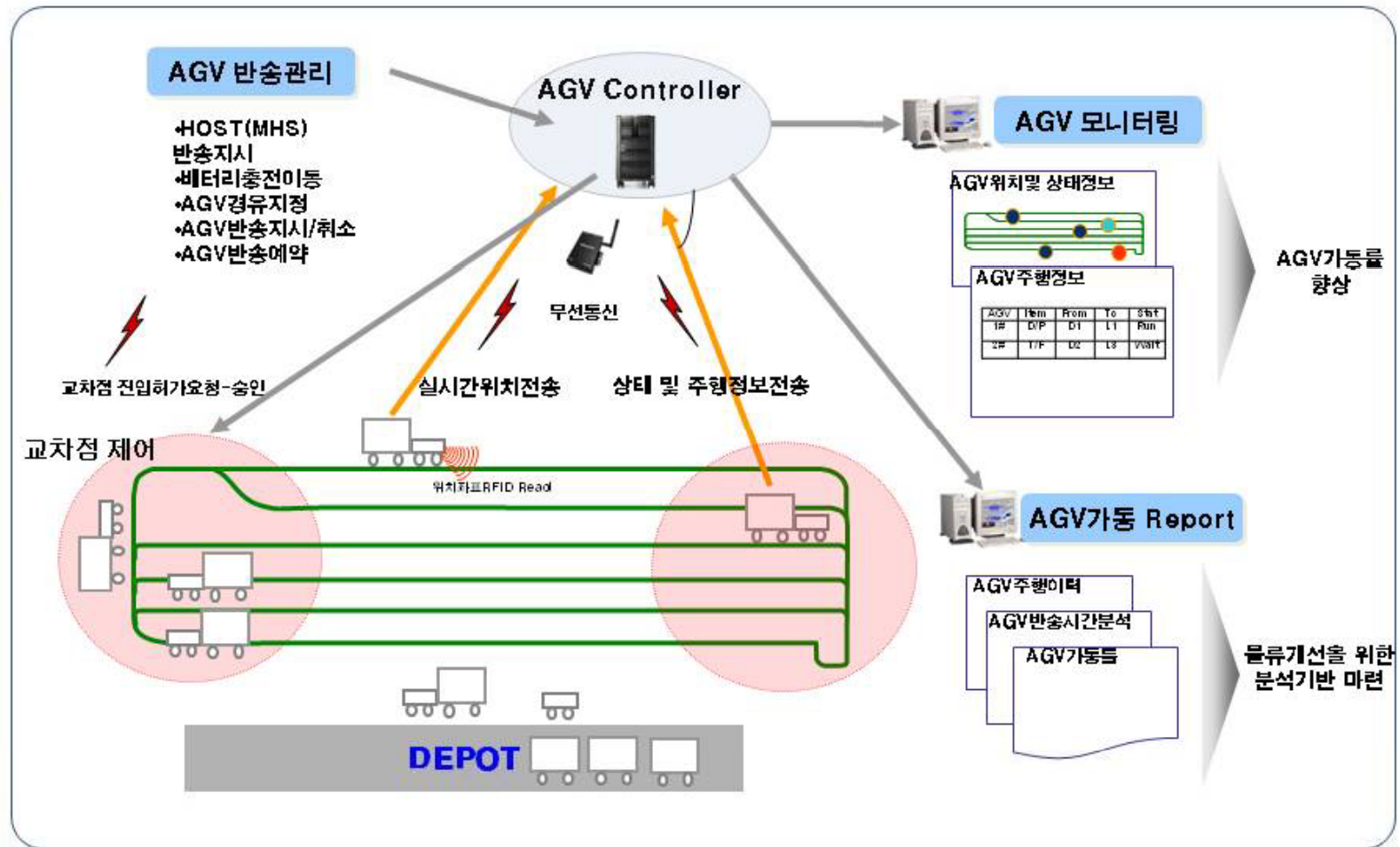


- 중앙통제를 통한 교차점 충돌 제어 해결
- 가동률 및 운영 History 관리
- 운영 현황 모니터링

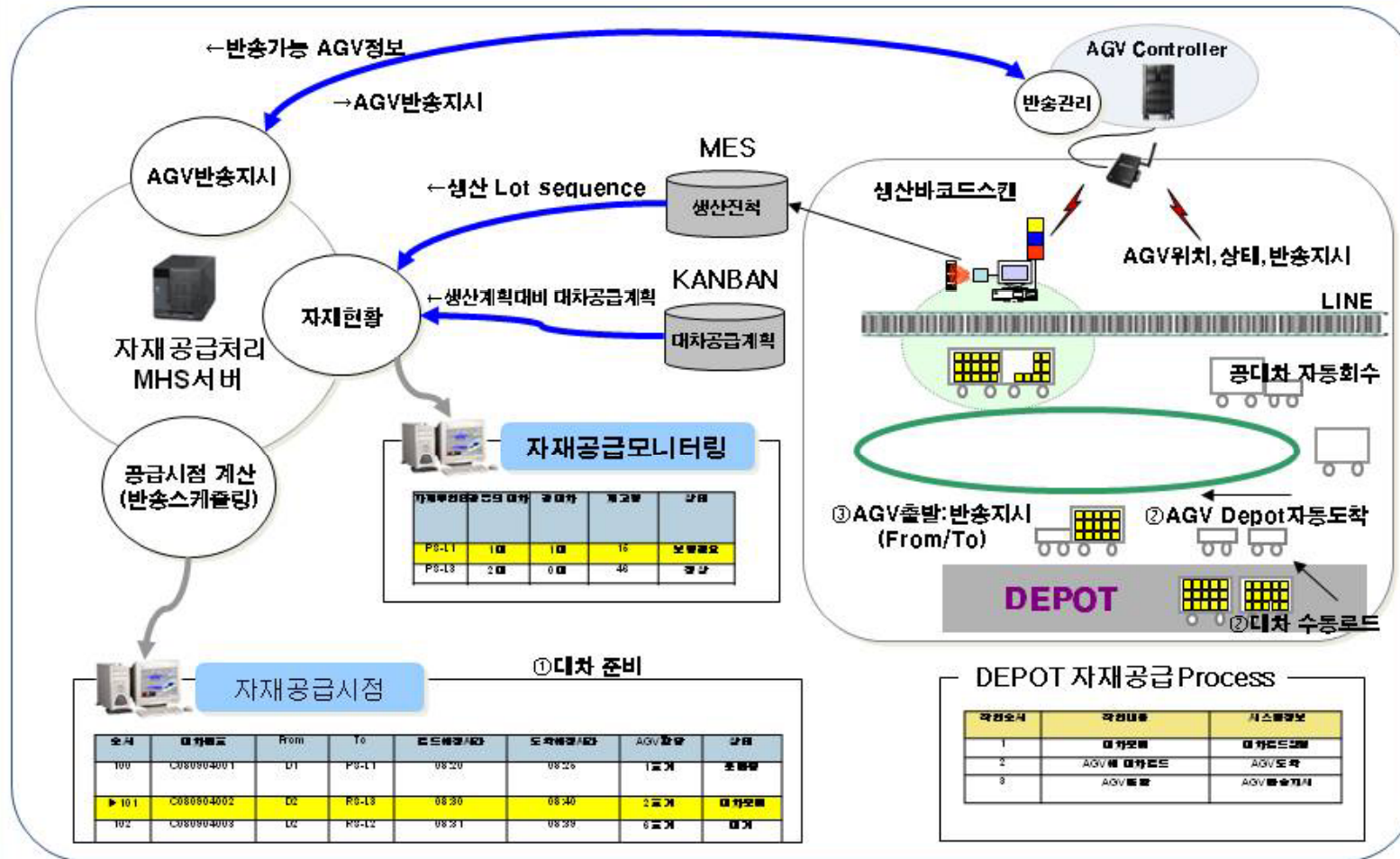
Level 3 : 자재 공급 시점 관리 및 기간 System 연계 AGV 환경

- 가동률의 효율적인 극대화 (반송 ITEMS수 대비)
- AGV 투입 시점 자동 관리 (생산계획/실적/재공)
- Line별 평균 적정 AGV 수 관리
- AGV가 없는 환경에서도 투입인원 지시 가능

Level 2. AGV Central Controlling System



Level 3. Optimized Material Handling System



Verification to prevent trial & error

Digital Manufacturing Simulation을 통해 ,

- As-Is, To-Be AGV 운영 방향성 사전 검증 (시행착오 최소화 및 사전 효율 검증)
- 최적화 및 대안들의 비교를 통해 생산시스템 및 비용 절감



Step 1. As-Is Simulation

- 현상과의 일치 여부 확인을 위한, 적용할 S/W의 정확성 사전 검증
- System 미보유 시점의 운영 Data 확보

Step 2. To-Be Simulation

- 검증된 S/W를 통해,
AGV 운영 Level 2, 3의 단계적 구축 전,
최종 운영 Model Simulation 사전 실시
- 운영 최적안 도출
 - 가동률, AGV수 및 Line Survey 단계 활용 여부

Simulation 대상 시스템

● A/C 제조라인

- 제조 라인 : 1층 내의 4개 라인 대상
- AGV 수량 : 30대 이상
- AGV 운반 Item : 40개 이상
- 대차 분류 : 업체용 또는 사내(서열)
- 생산 일수 : 5일치(성수기) - 평준화 생산계획 Base
- 제품 모델 : 170여개
- 생산수량/일 : 라인당 평균 820~2650개,
4개 라인 기준 평균 6650개
- Tact time : 라인당 평균 11초~35초

AGV 운영 개선 평가 결과 지표

- As-Is Simulation 결과 평가를 위한 KPI

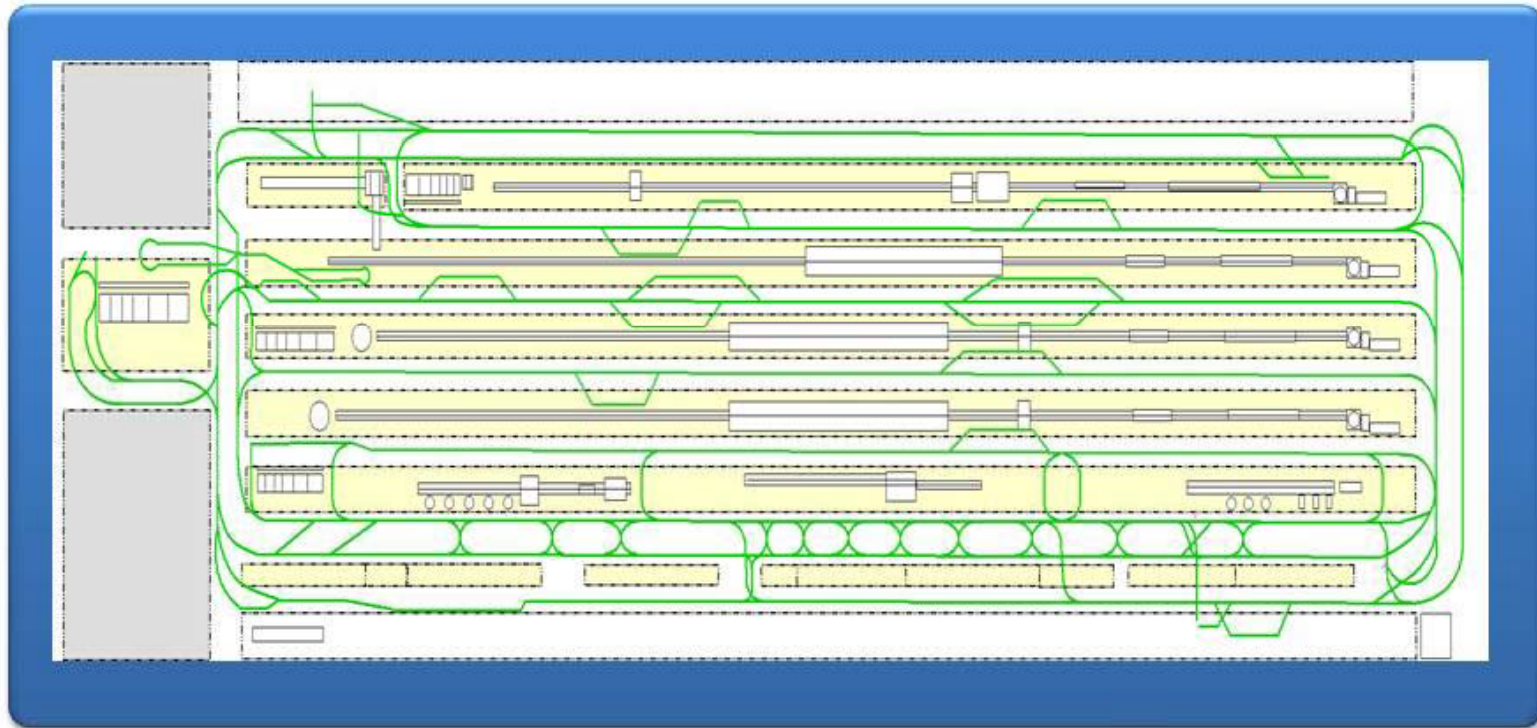
AGV 가동률 (%)

라인 Stop
및
공정 결품 (%)

라인
및
공정 재공수

Simulation 대상 Layout

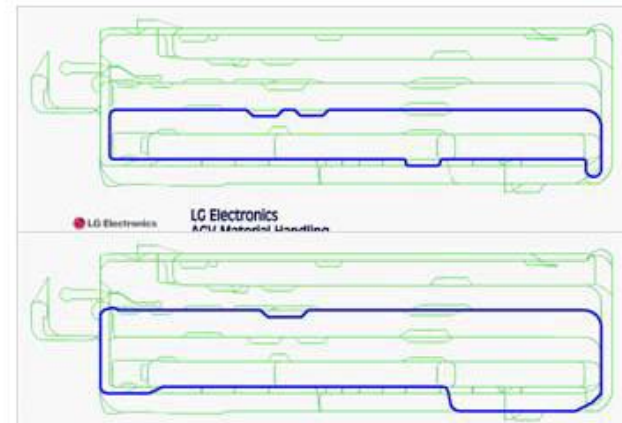
- A/C 제조라인 및 AGV 운반 동선 Layout



Simulation Model 개발 조건 및 개발 내용

● 운반 동선

- 적용Rule : 각 자재의 운반 동선은 고정
- 사용자 인터페이스로 관리
 - 운반 자재의 등록 및 삭제
 - 운반 동선의 편집 및 확인
 - 애니메이션 동선 확인



Modelx.LGE_ADV.TBM.TransportItemMgr

운반품목 | 운반경로 | Advanced(운반경로 복사)

운반품목 추가

라인

품목 운반품목 추가

운반품목 선택/삭제/수정

라인 RF

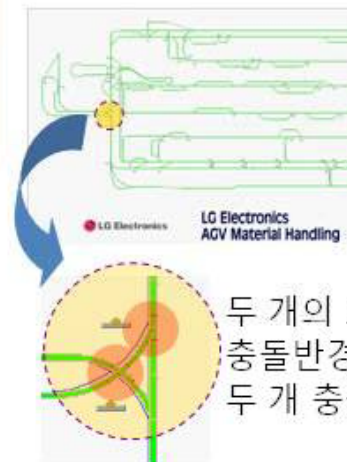
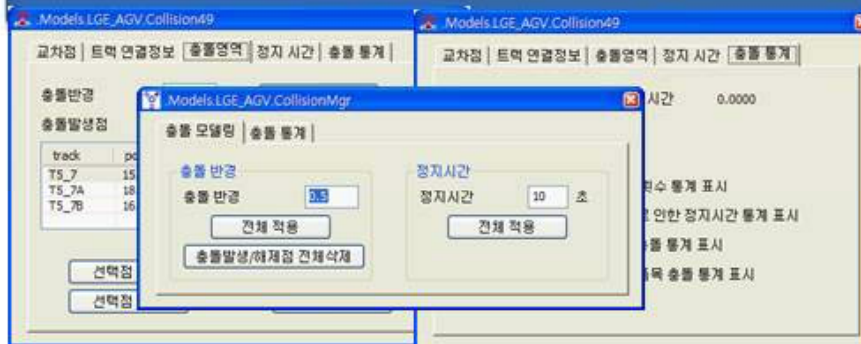
품목 설치판 운반품목 선택

운반품목 수정 운반품목 삭제

Simulation Model 개발 조건 및 개발 내용

● 충돌 구현 → AGV 가동률 요인

- 운반 동선의 교차점에서 충돌 구현
- 적용 Rule :
충돌 발생시 정지 후 순서대로 재출발
- 사용자 인터페이스로 관리
 - 충돌영역의 정의 : 충돌반경/정지시간
 - 충돌 관련 통계 수집
 - 충돌관리자를 통한 전체 충돌영역의 관리



Simulation Model 개발 조건 및 개발 내용

AGV작업 설정 → AGV 가동률 요인

- 운반 동선을 따라 부품 연결/투입, 공대차 연결/회수 작업
- 사용자 인터페이스에서 운반 자재 단위로 각 작업 설정
- 운반 자재별로 전용 AGV 설정
 - 한 자재에 복수 AGV
 - 또는 한 AGV에 복수 자재 묶음운반



Simulation Model 개발 조건 및 개발 내용

- 제품 모델 Mix 및 BOM 적용 → AGV가동률 및 라인결품/재공 요인

- 생산계획에서 제품 모델 및 계획량 반영
- 제품 모델의 BOM 참조 → 필요 자재 및 수량 반영
- 자재 및 협력업체 조건에 의해 대차 장입수량 유동적

string 1	string 2	integer 3	integer 4
1	RF ASNW096BM50.ANCCARZ	1	1
2	RF SNC061PABW.AKOR	2	2
3	RF SNC0408BW.AKOR	3	3
4	RF LSNC063BFJ	4	4
5	RF SNC081PABW.AKOR	5	5

string 1	string 2	string 3	string 4	real 5
1	Screw, Tapping	1TTL0402418	(주)서보원	3
2	Screw, Tapping	1S0TF040287	(주)서보원	2
3	Manual Camera	MFL42619108	(주)서보원	1
4	NA, Camera	1NH40601306	(주)서보원	1
5	Screw, Tapping	1TTG0402618	(주)서보원	2
6	Base Assembly, Indoor	AAN36760002	(주)서보원	1

Simulation – Moving Picture Sample

AS-IS Simulation Result

비교 항목	As-Is
AGV 가동률	평균 가동률 → 66.8%, 그 중 이동이 59.5%, 작업시간이 7.3%임. 비가동요인의 대부분은 공대차 대기 26.6%임.
라인(공정) 재공	자재 평균 재공 81개, 범위 26~186개. 각 라인의 평균 재공을 시간으로 환산하면 평균 29.4분, 범위 15.7~56.9분 (라인 사이클타임 편차로 재공 시간에도 영향)
라인(공정) 결품	라인의 정지(결품)시간 비율 → 평균 0.4%, 범위 0~1.2%. 자재 결품 시간 비율은 범위 0~0.9%.

결과 분석

- AGV 가동률 : 공대차를 기다리는 Rule 때문에 AGV 가동률 낮음.
- 재공 : 라인 평균 재공은 괜찮은 수준임.
- 결품 : 라인 결품은 거의 없음.

To-Be Simulation plan

비교 항목	As-Is	To-Be
자재 - AGV 연결	전용 AGV	전용 또는 공용 AGV
작업완료 후 AGV	즉시 다음 운반 작업 시작	대기 상태
부품투입 지시	작업완료 후 즉시 다음 지시명령	공정 재공 현황에 따라 투입지시 시점 계산 거리, 생산속도, 안전계수 반영.
공대차 연결	공정에서 공대차 대기	공정에서 대기 Rule 적용. 대기장소 이동 중 또는 공대차 회수 중인 AGV에 공대차 연결 지시.
레이아웃 변경		AGV 대기장소 추가

Comparison of Simulation Results

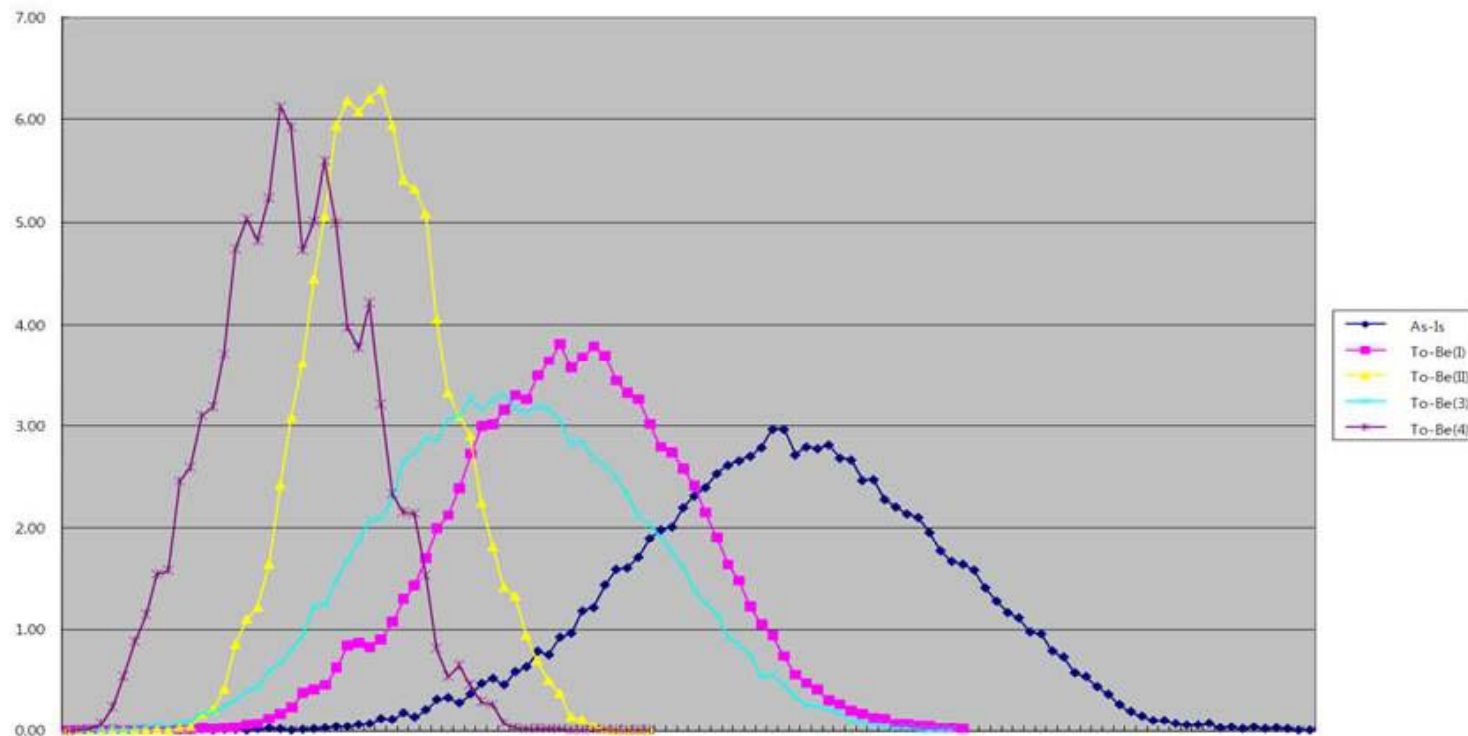
비교 항목	As-Is	To-Be (1,2,3,4안)
AGV 가동률	평균 66.8%	평균 86.6%, 89.9%, 70.9%, 74.6%
라인 재공	평균 29.4분	평균 15.7분, 13.3분, 16.0분, 13.5분
라인 결품	평균 0.43%	평균 1.06%, 0.73%, 0.73%, 1.14%

결과 분석

- AGV 가동률 : 공용AGV 및 전용AGV 시나리오에 따라 차이는 있지만 가동률 향상됨
- 재공 : 특히 라인 재공 수준에 있어서 많이 개선됨
- 결품 : as-is에 비해 결품이 약간씩 증가하였으나, 운영으로 해결할 수 있는 수준

Comparison of Simulation Results

Sample – 시나리오별 라인 재공의 추이



To-Be Simulation 구현의 Next 적용 영역

국내/해외 신설 Line Setup시, 자재 공급 Process 사전 검증
- Line 설계 및 Line Setup : 4주 (→ 2주)

To-Be Simulation 적용 후, 해외법인 자재공급 Process 개선
- AGV가 없는 사업부/해외법인이라도 자재공급에 대한
자동 반송지시 구현, 공급 체계만 개선하고,
인원 Base의 공급 효율 개선

Thank you