

건설 리프트의 적정 대수 산정에 관한 연구

A Study on the Estimation of Proper Numbers of Construction Lifts

김 선 국*

한 갑 규**

Kim, Sun-Kuk

Han, Kap-Kyu

Abstract

The volume of material and number of workers mobilized has been on the rise in line with the domestic projects getting higher, larger and complex currently. Particularly for the project in downtown, delivering the resources in timely manner is very crucial in carrying out the overall project as scheduled. Inappropriate lifting plan often causes inefficiency over the entire project, resulting in increase in schedule and cost. Despite of such importance of lifting plan for architectural work, lifting plans at the most of domestic projects, except a few cases for large scale high-rise buildings, have been heavily dependent on engineer's personal experience and intuition alone. To deal with such problems, the study was intended to develop and suggest a systematic and objective process for determining the lift, categorizing the lifting equipment into the two types, one for workers and another for material.

키워드: 양중계획, 리프트, 대수산정

Keywords : : Lifting Plan, Lift, Estimation of numbers of Lifts to be mobilized

1. 서 론

1.1 연구배경 및 목적

최근 국내 건설 프로젝트들의 고층화, 대형화, 복잡화로 인하여 건축공사에 투입되는 자원량과 작업자 수가 증가하고 있다. 특히, 국내에서 도심지 공사가 증가하고 있고 건물이 고층화 되어감에 따라 양중계획은 더욱더 중요시되고 있는 실정이다. 양중계획은 전체 건축공사의 근간이 되는 중요한 공사단계이다. 부적절한 양중계획은 양중장비의 효율성과 시공능률을 저하시키며, 이는 공사비증가와 공기지연을 초래한다. 그러나 국내 대부분의 건설 현장에서는 양중계획 수립 시 양중 담당자의 경험과 직관에 의하여 수립되고 있는 실정이다. 본 연구에서는 이러한 문제점을 타개하고 양중효율과 시공생산성을 높이기 위하여 리프트 대수 산정 방법을 구체화한다. 또한, 이론적 근거를 바탕으로 대수산정 프로세스를 제안하고, 실제 현장에서 적정한 대수산정을 하였는지 검증할 수 있도록 하였다. 일반적으로 건설공사에서 사용되는 양중장비는 타워크레인, 리프트, 콘크리트 타설장비의 3가지로 구분된다. 이 3가지 건설장비는 건설자원(인력, 자재)을 양중하는 장비이며 이 중 리프트는 인력과 소형자재를 운반하는 장비이다. 타워크레인

에 관한 문헌조사 결과 김정진(2005)은 양중계획의 영향요소 및 수립절차를 분석하였고, 양중계획 시스템을 통하여 타워크레인의 대수를 산정할 수 있도록 하였다. 또한, 이현수(2002)는 대안평가 프로세스를 통하여 공기만족도, 비용의 적정성, 장비의 효율성, 작업의 효율성 등에 대하여 대안들을 비교·평가할 수 있도록 하였다. 리프트에 관한 문헌조사 결과 정용찬(2004)은 리프트의 영향인자를 분석하여 양중계획 물량산출체계를 제안하였다. 그러나 2004년 이후로는 리프트에 관한 연구는 거의 없는 것으로 조사되어 연구범위를 리프트로 한정하여 대수산정에 관한 연구를 진행하였다. 본 연구의 목적은 양중 담당자의 경험과 직관으로 양중계획을 수립하는 기존의 방식을 탈피하고 현장에서 누구나 쉽게 양중대수를 산정하고, 산정한 리프트의 대수가 적절한지 검증이 가능하도록 하는 것이다. 이를 위해서 실제 프로젝트와 유사한 가상프로젝트를 설정함으로써 리프트 대수를 산정하는 방법을 구체적으로 제시하였고, 이를 바탕으로 리프트 대수산정 프로세스를 제안하였다. 또한, 실제 현장에서 비용과 평균가동률 측면에서의 효율성을 검증하여 적정한 리프트를 산정할 수 있도록 하였다. 이러한 리프트 산정 프로세스를 활용함으로써 실제 건설현장에서 적정한 리프트 대수를 합리적으로 산정할 수 있을 것으로 기대한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

일반적으로 양중장비라 함은 대형자재를 양중하는 타워크레

* 주저자, 경희대학교 산학협력기술연구원, 교수, 공학박사 (kimskuk@khu.ac.kr)

** 교신저자, 경희대학교 건축공학과 석사과정 (hkk277800@hanmail.net)

인, 중·소형자재 및 인력을 양중하는 리프트, 콘크리트를 운반하는 펌프카로 크게 3가지 장비로 구분할 수 있다. 이 양중장비들의 1회 양중 Cycle은 <그림 1>과 같이 양중자재를 확인하고 양중장비 내에 양중자원을 적재한 후, 양중 및 하역한 다음 양중장비를 하강하는 순서로 이루어진다. 본 연구에서의 연구범위는 이 3가지 양중 장비 중 인력과 자재의 수송이 가능한 리프트를 대상으로 상승~하강까지의 소요시간을 분석한 후 리프트의 적정 대수 산정 프로세스를 제안하는 것이다. 또한, 대상 공사는 국내에서 가장 활발히 진행되고 있는 30층 이상의 고층 건축공사로 한정하였다.

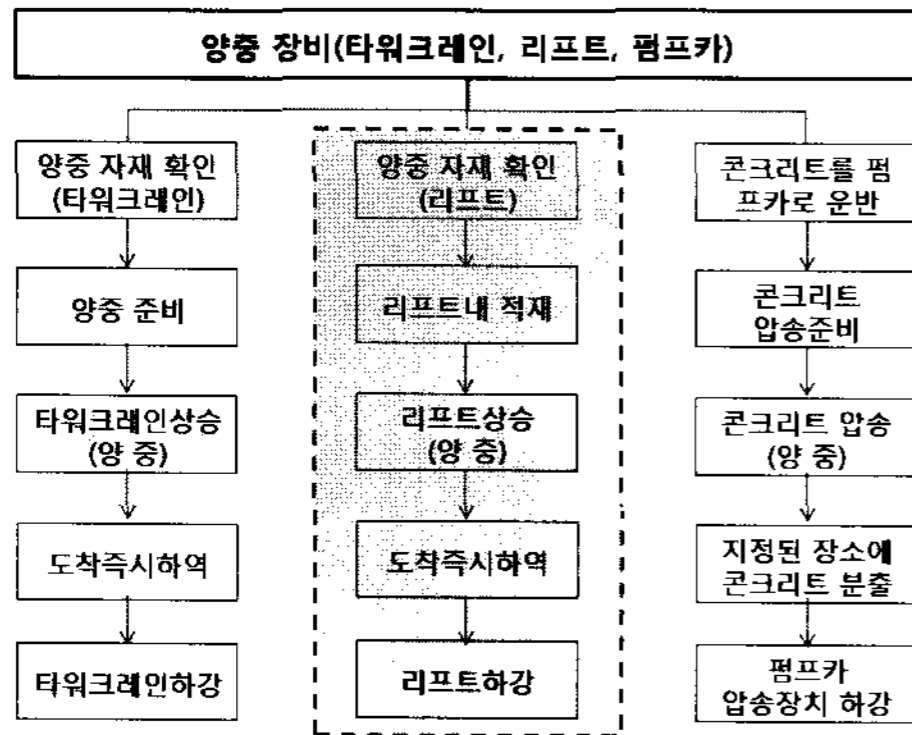


그림 1. 연구 범위

리프트의 적정대수 산정 프로세스를 제안하기 위한 연구방법은 <그림 2>와 같다. 즉 고속형, 중속형, 저속형의 리프트 기종을 분석하여 인력만을 수송할 경우와 자재만을 양중 할 경우, 리프트 기종별 1회 Cycle 소요시간을 분석한다. 분석된 리프트의 양중시간을 바탕으로 리프트의 적절한 조합을 찾아 리프트의 대수를 산정하게 된다. 이때, 대수 산정은 리프트의 실 운용시간을 고려하여 산정하고 산정된 리프트의 대수에 대하여 비용과 평균 가동률 측면에서 효율성을 분석하여 적정리프트 대수를 결정한다. 궁극적으로 이러한 연구방법을 바탕으로 적정 리프트 대수 산정 프로세스를 제안한다.

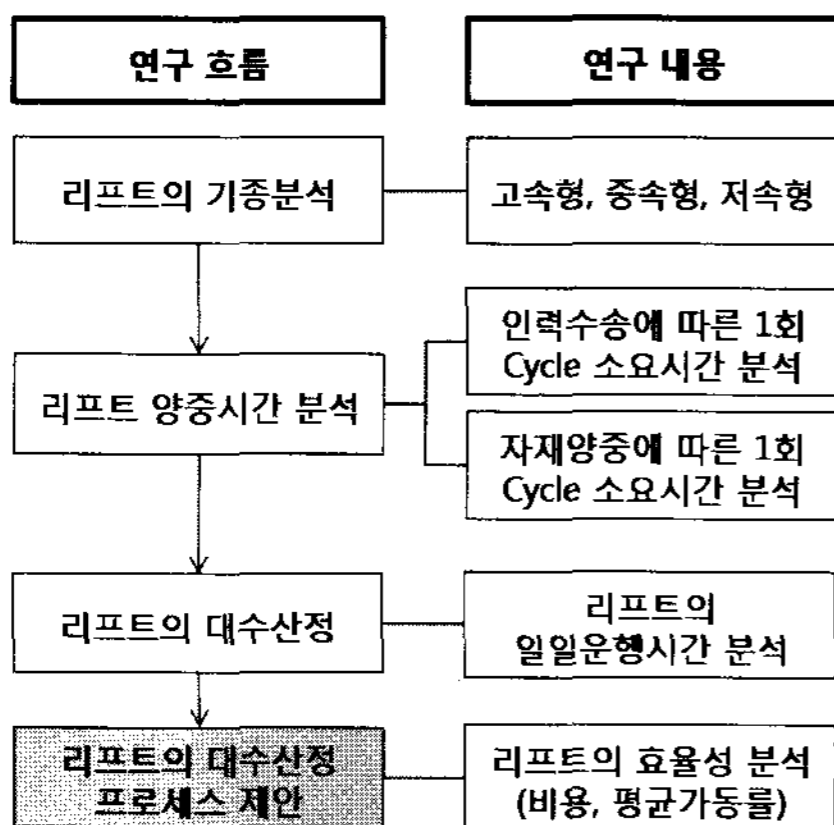


그림 2. 연구 방법

2. 이론적 고찰

2.1 건설용 리프트의 정의

산업안전기준에 관한 규칙 제 100조 제1항에서는 건설용 리프트를 다음과 같이 정의하고 있다. 리프트라 함은 동력을 사용하여 사람이나 화물을 운반하는 것을 목적으로 하는 기계 설비로서 건설용 리프트는 “동력을 사용하여 가이드레일을 따라 상하로 움직이는 운반구를 매달아 화물을 운반할 수 있는 설비 또는 이와 유사한 구조 및 성능을 가진 것으로 건설현장에서 사용하는 것을 말한다” 라고 정의 되어 있다¹⁾. 즉, 건설 현장에서 리프트의 목적은 인력수송과 자재양중이라 할 수 있다.

2.2 관련 문헌 고찰

국내의 리프트 대수산정 관련 연구현황을 파악하기 위하여 기존의 관련 문헌을 조사하였다. <표 1>과 같이 2004년 이후로는 리프트 대수산정 관련 연구실적을 거의 찾을 수 없었고, 2004년 이전에도 자료가 미흡하다는 것을 문헌조사를 통하여 파악하였다. 정용찬(2004)은 현재 적용되고 있는 리프트의 양중계획에서 리프트 양중계획의 실적자료 부족, 체계적이지 못한 양중계획, 양중작업에 대한 작업분석의 부재 등을 문제점으로 지적하였다. 특히 김동진(2002)은 자재별, 공정별 양중회수를 기준으로 양중계획을 수립할 것을 제안하였으나, 수립방안에 대한 구체적인 방법을 제시하지 않았다. 그러나 본 연구에서는 가상프로젝트를 설정함으로써 리프트 대수산정 과정을 구체적으로 제시하고 리프트의 효율성을 검증할 수 있도록 하였다.

또한, 양중담당자의 경험과 직관으로 양중계획을 수립하는 기존의 방식을 탈피하고 객관적인 방법으로 적정 양중대수를 산정하는 것이 본 연구의 목적이다.

표 1. 리프트 대수산정 관련 문헌조사

연구자	내용	본 연구와의 차이점
정용찬 외 (2004)	리프트양중계획의 문제점을 파악하고 양중계획의 영향 인자를 인과관계분석방법으로 분석하여 양중계획 물량 산출체계를 제안하였다.	물량산출 체계에 정립에 대해 구체적인 방안이 제시되어 있지 않고, 개략적인 대수산정식만을 제시하였다.
최광수 외 (2002)	제도적, 기술적, 공사현장측면에서 리프트에 대한 개선 대책을 제시하였다.	건설리프트의 안전성에 대한 대책을 모색하였으나, 건설리프트의 대수산정과는 무관하다.
김동진 외 (2002)	리프트 양중계획의 문제점을 파악하고 자재별, 공정별 양중회수를 기준으로 양중계획을 수립 할것을 제안하였다.	양중계획 프로세스를 제시하였으나, 양중계획을 수립하는 구체적인 방법이 제시되어 있지 않다.

1) 한국산업안전공단의 홈페이지(www.kosha.or.kr)의 산업안전기준에 관한 규칙을 참고함.

3. 리프트의 양중시간 분석

리프트의 양중시간 분석을 위해서는 리프트의 기종에 따른 1회 Cycle 소요시간을 분석하여야 한다. 각 소요시간을 분석함으로써 1일 운행하는데 필요한 리프트 대수를 산정할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 데이터의 신뢰도를 높이기 위하여 전문가 자문을 통하여 가상 프로젝트를 설정하고, 설정한 프로젝트를 통하여 리프트 대수를 산정하는 방법을 제시한다. 또한, 리프트 대수 산정을 위하여 리프트의 기종을 분석한 후 인력과 자재를 구분하여 1회 Cycle 소요시간을 분석한다. 분석된 데이터는 리프트의 대수를 산정하는데 활용된다.

3.1 가상프로젝트 설정

건설 프로젝트의 객관적인 양중시간 분석을 위하여 전문가 자문을 통하여 수행된 프로젝트를 바탕으로 <표 2>와 같이 실제 프로젝트와 유사하게 가상 프로젝트를 설정하였다. 본 가상프로젝트를 바탕으로 추후 실제 프로젝트의 양중대수 산정 시 실례로 사용될 수 있을 것으로 기대한다.

표 2. 가상프로젝트 설정

구분	내용	구분	내용
종류	주상복합	층고	3m
대지 위치 ²⁾	서울시 강남구 일반상업지역	피크타임시 양중량 ³⁾	48.4ton
대지면적 ⁴⁾	대지면적:3,990m ² (1206.97평) 건축면적:3,190m ² (964.97평) → 건폐율 79.94%	피크타임시 출력인원 ⁵⁾	600명
연면적 ⁶⁾	연면적:66,120m ² (20,001.21평) → 용적율 1,100% (지상:46,700m ² (11,626.53평), 지하:9,445m ² (2,857.09평))	양중기간	12개월
층 수	지상 30층, 지하 5층		

3.2 리프트의 기종 분석

리프트 양중시간 분석을 위해서는 리프트의 기종에 대한 분석이 선행되어야 한다. 리프트는 기종에 따라 양중성능이 달라지며 이는 리프트의 양중시간과 밀접한 관련이 있다. 본 연구

- 2) 도시지역이라 함은 인구나 산업이 밀집되어 있거나 밀집이 예상되어 당해 지역에 대하여 체계적인 개발·정비·관리·보전 등이 필요한 지역을 말함.(국토의 계획 및 이용에 관한 법률 제6조)
- 3) S현장 실제 사례를 바탕으로 48.4ton으로 산정함.
- 4) 도시지역의 일반상업지역 건폐율은 80%이하임.(국토의 계획 및 이용에 관한 법률 시행령 제84조 제1항)
- 5) S현장 실제 사례를 통해 피크타임을 기준으로 산정함.
- 6) 도시지역의 일반상업지역 용적율은 1,300%이하임.(국토의 계획 및 이용에 관한 법률 시행령 제85조 제1항)

에서는 <표 3>과 같이 음영부분에 해당하는 고속대형, 중속 중형, 저속소형을 기준으로 하여 분석하였다. 이 데이터를 활용하여 양중시간을 분석하게 된다.

표 3. 리프트 기종 분석

구분	고속대형	중속대형	중속중형	저속대형	저속중형	저속소형
정격하중	3ton	1.5ton	2ton	2.3ton	2.3ton	1.2ton
승강속도	0~100 m/min	0~60 m/min	0~60 m/min	0~40 m/min	0~40 m/min	0~40 m/min
제어방식	인버터(VFC)	인버터(VFC)	인버터(VFC)	직입 기동 ⁸⁾	직입 기동	직입 기동
Cage 내부크기 (L*W*H)	4500*1500*2650	4000*1500*2650	3200*1500*2650	4000*1500*2650	3500*1500*2650	2900*1500*2500
적재함 체적	18m ³	16m ³	13m ³	16m ³	12m ³	7.1m ³
최대탑승 인원	30명	18명	18명	25명	18명	12명

주) 음영은 리프트의 양중시간을 분석하는데 사용된다.

3.3 리프트의 인력수송에 따른 운행 소요시간

본 연구에서는 실제 프로젝트를 바탕으로 설정한 가상 프로젝트에 따라 인력수송에 따른 운행 Cycle당 소요 시간을 분석하기 위하여 다음과 같이 가정한다.

- 1) 건물높이: 105m (층고를 3m로 한 지하 5층, 지상 30층 건물)
- 2) 상하차구간: 5개 층마다 정지
- 3) 상하차시간: 0.5분⁹⁾
- 4) 총 작업자인원: 600명¹⁰⁾
- 5) 1일 수송회수: 4회¹¹⁾ (아침 안전조회 직후, 아침 식사 직후, 점심 식사 직후, 간식 시간 직후)
- 6) 1층 대기시간: 3분

이와 같은 가정을 통하여 인력 수송 시 1회 Cycle 소요시간은 분석하면 <표 4>와 같다.

- 7) 인버터 방식은 전동기에 인버터를 통해서 전압 인가구동하는 방식으로 주파수 및 전압을 제어할 수 있음. 전력회생 및 속도 패턴의 가변이 용이하며, 주로 엘리베이터 전동기 제어에 사용됨.
- 8) 직입기동 방식은 전동기에 직접 전전압 인가 구동하는 방식으로 건물 인입전원에 큰 영향을 미침.
- 9) S현장의 실제 사례를 통하여 상하차 시간을 0.5분으로 산정함.
- 10) S현장의 실제 사례를 통하여 피크타임 시 작업자 인원을 600명으로 산정함.
- 11) S현장의 실제 사례를 통하여 1일 인원 수송회수(아침 안전조회 직후, 아침 식사 직후, 점심 식사 직후, 간식 시간 직후)를 총 4회로 산정함.

표 4. 인력 수송에 따른 운행 Cycle당 소요시간

구 분	저속소형	중속중형	고속대형	비 고
양중 높이	105m	105m	105m	35층기준
상승 시간 ¹²⁾	105m/40m/min = 2.63min	105m/60m/min = 1.75min	105m/100m/min = 1.05min	35층기준
상·하차 시간 ¹³⁾	7회*0.5min = 3.5min	7회*0.5min = 3.5min	7회*0.5min = 3.5min	5개 층마다 정지
하강 시간 ¹⁴⁾	105m/40m/min = 2.63min	105m/60m/min = 1.75min	105m/100m/min = 1.05min	35층기준
1층대기 시간 ¹⁵⁾	3min	3min	3min	
1회당 소요 시간 ¹⁶⁾	11.8min	10min	8.6min	
1회 인원 수송 소요 시간	·600명/12명 = 50회 ·50회*11.8 = 590.0min (9.83hr)	·600명/18명 = 34회 ·34회*11.8 = 401.2min (6.68hr)	·600명/30명 = 20회 ·20회*11.8 = 236.0min (3.93hr)	·전 체 인 원 을 600 명 으 로 가정함. ·리 프 트 형 별 최 대 탑 승 인 원 을 기 준 으 로 함 (저 속 = 12명, 중 속 = 18명, 고 속 = 30명)
1일 인원 수송 소요 시간	9.83hr*4회 = 39.3hr	6.68hr*4회 = 26.7hr	3.93hr*4회 = 15.7hr	1일 인원수송 회수를 4회로 가정함. (아침 안전조회 직후, 아침 식사 직후, 점심 식사 직후, 간식 시간 직후)

저속소형의 경우, 층고 3m의 지하 5층 지상 35층의 주상복합 건물이라 가정하면 양중 높이는 105m가 된다. 저속소형은 분당 최대 승강속도가 40m 이므로 상승하는데 걸리는 시간은 2.63분이고, 인력의 상하차 시간이 30초이고 5개 층마다 정지한다고 가정하면 3.5분이 걸린다. 또한 1층 대기시간을 3분이라 가정하면 인력수송으로 인한 1회 상승~하강 시간은 11.8분이 되고, 1일 작업인원이 600명이라 가정했을 때 1대의 저속소형 리프트를 기준으로 50회를 수송해야 하기 때문에 인력수송을 위한 수송시간은 590.9분이 된다. 결국, 실 사례 조사를 바탕으로 1일 수송회수를 아침 안전조회 직후, 아침 식사 직후, 점심 식사 직후, 간식 시간 직후로 4회라 가정하면 39.3시간이 소요된다. 이러한 방법으로 중속중형과 고속대형을 분석하면 각각 26.7시간, 15.7시간으로 분석된다.

- 12) <표 4>의 리프트 기종분석을 근거로 하여 고속형, 중속중형, 저속소형의 승강속도를 최대로 함.
- 13) 1회 상하차 시간을 0.5분으로 가정함.
- 14) <표 4>의 리프트 기종분석을 근거로 하여 고속형, 중속중형, 저속소형의 승강속도를 최대로 함.
- 15) 1층 대기시간을 3분으로 가정함.
- 16) 1회당 소요시간 = 상승시간 + 상하차시간 + 하강시간 + 1층 대기시간

3.4 리프트의 자재양중에 따른 운행소요시간

본 연구에서는 실제 프로젝트를 바탕으로 설정한 가상 프로젝트에 따라 자재양중에 따른 운행 Cycle당 소요 시간을 분석하기 위하여 다음과 같이 가정한다.

- 1) 건물높이: 105m (층고를 3m로 한 35층 건물)
- 2) 상하차시간: 5분¹⁷⁾
- 3) 1일 자재 양중량: 48.4ton¹⁸⁾

표 5. 자재양중에 따른 운행 CYCLE당 소요 시간

구 분	저속소형	중속중형	고속대형	비고
양중 높이	105m	105m	105m	35층 기준
상차	5 min	5 min	5 min	
상승 시간	105m/40m/min = 2.62min	105m/60m/min = 1.75min	105m/100m/min = 1.05min	
하역	5 min	5 min	5 min	
하강	105m/40m/min = 2.62min	105m/60m/min = 1.75min	105m/100m/min = 1.05min	
소요 시간	15.24 min	13.50min	12.10 min	
1일 자재 양중 소요 시간	·48.4ton/1.2ton = 41회 ·41회*15.24 = 624.8분	·48.4ton/2.0ton = 25회 ·25회*13.50 = 337.5분	·48.4ton/3.0ton = 17회 ·17회*12.10 = 205.7분	1일 자재 양중량을 48.4ton 이라 가정
양중 시간	10.41 시간	5.62 시간	3.42 시간	

이와 같은 가정을 통하여 인력 수송 시 1회 Cycle 소요시간을 분석하면 <표 5>와 같다. 저속소형의 경우, 층고 3m의 지하 5층 지상 30층의 주상복합 건물이라 가정하면 양중 높이는 105m가 된다. 저속소형은 분당 최대 승강속도가 40m 이므로 상승하는데 걸리는 시간은 2.63분이고, 인력의 상하차 시간이 30초, 5개 층마다 정지한다고 가정하면 3.5분이 소요된다. 또한, 1층 대기시간을 3분이라 가정하면 인력수송으로 인한 1회 상승~하강 시간은 11.8분이 된다. 피크타임 시 1일 작업인원을 600명이라 가정하면 1대의 저속소형 리프트를 기준으로 50회를 수송해야 한다. 따라서 인력수송을 위한 수송시간은 590.9분이 된다. 실 사례조사를 바탕으로 1일 양중회수를 아침 안전조회 직후, 아침 식사 직후, 점심 식사 직후, 간식 시간 직후로 4회라 가정하면 39.3시간이 소요된다. 이러한 방법으로 중속중형과 고속형을 분석하면 각각 26.7시간, 15.7시간이 소요되는 것으로 분석된다.

- 17) S현장의 실제 사례를 통하여 1층 대기시간을 3분으로 가정함.
- 18) S현장의 실제 사례를 통하여 1일 자재양중량을 48.4ton으로 산정함.

4. 리프트의 대수 산정 방법

리프트의 대수 산정을 위해서는 1일 동안 리프트가 실제 운용되는 시간이 파악되어야 한다. 이를 근거로 인력과 자재가 양증 되는데 걸리는 소요시간을 파악하여 1일 양증량을 양증하는데 필요한 리프트의 대수를 산정할 수 있다.

4.1 리프트의 일일 운행 시간

리프트 대수산정을 위해 리프트 1일 실 가동률을 파악하면 <표 6>과 같다. 즉, 오전 7시로 출근하여 오후 6시에 퇴근한다고 가정하면, 실제 리프트 가동가능 시간은 11시간이다. 그러나 안전조회, 작업지시 및 이동시간, 점심시간, 휴식 및 간식 시간을 제외하면 실제 리프트 가동시간은 8시간이 된다. 또한, UP만원율은 현장의 조건마다 다르기 때문에 객관성을 위하여 100%로 가정하여 계산하면 실가동률은 72.7%가 된다. 여기서 산출된 실 리프트 가동률은 리프트의 소요대수를 산정하는데 사용된다.

표 6. 리프트의 1일 평균 가동률

구 분	시간 소요(분)	작업내용	실 작업시간 (UP만원율을 100%로 가정) ¹⁹⁾
07:00~08:00	60	안전조회, 작업지시 및 이동	0
08:00~09:30	90	오전작업	90
09:30~10:00	30	오전간식	0
10:00~12:00	120	오전작업	120
12:00~13:00	60	중식	0
13:00~15:00	150	오후작업	150
15:00~16:00	30	오후간식	0
16:00~18:00	120	오후작업	120
계	660분 (11시간)	·실가동률 : 72.7%	480분 (8시간)

4.2 리프트의 대수산정 방법

리프트의 일일 운행시간을 바탕으로 리프트 대수를 산정하면 <표 7>와 같다.

표 7. 리프트 대수 산정

구분	양증시간(hr)			일일운행 시간	소요대수
	인원	자재	계		
저속소형	39.30	10.41	49.71	8hr/cage	6.21대
중속중형	26.70	5.62	32.32	8hr/cage	4.04대
고속대형	15.70	3.42	19.12	8hr/cage	2.39대

1대의 저속소형 리프트를 사용하여 600명의 인원을 수송할

경우 39.30시간이 소요되고, 자재 48.4ton을 양증 할 경우 10.41시간이 소요된다. 즉, 1대의 저속소형 리프트를 사용하여 인원과 자재를 양증할 경우 49.71시간이 소요된다. 따라서 리프트의 운용가능 시간인 8시간 내에 작업을 마무리하기 위해서는 저속소형의 경우 6.21대가 필요하게 된다. 이러한 방법으로 기종별 리프트 대수를 산정하면 중속중형은 4.04대, 고속형은 2.39대가 필요하게 된다.

5. 리프트의 대수산정 프로세스 제안

리프트의 적정 대수산정을 위해서 <표 7>와 같이 산정한 리프트의 대수를 바탕으로 현장 조건에 적합하게 리프트의 대수를 기종별로 조합하여야 한다. 또한, 조합한 리프트에 대한 운용비용과 평균가동률 측면에서 효율성을 검토하여야 한다. 비용을 고려하지 않은 단순한 리프트의 효율성은 리프트 운용 비용을 증가시키게 되고, 부적절한 기종의 리프트 선정은 공기 증가로 인하여 공사비가 증가되기 때문이다. 따라서 건설현장에서 리프트 대수 산정 시 적절한 비용하의 리프트 가동률을 증가시키는 노력이 필요하다.

5.1 리프트 효율성 분석(비용)

리프트 비용의 효율성은 채희동(2002)의 식을 참고하여 <식 1>과 같은 방법에 의하여 검토될 수 있다. 즉, 리프트 사용의 전체 비용을 검토하기 위해서는 설치비용(Ci), 유지관리비용(Cm), 공사기간(d), Climbing 비용(Cc), Climbing 회수(t), 해체비용(Cd)이 고려되며 이에 대한 상관관계를 고려하여 리프트 산정을 하여야 한다. 여기서 비용정보는 리프트 공급업체로부터 수집하게 되며, 설치비용, 유지관리비용, climbing 비용, climbing 회수, 해체비용은 공사초기에 리프트 공급업체와 계약하므로 현장에서의 고려대상이 아니다. 따라서 <식 2>와 같이 공급업체와 계약한 월 임대료(설치비용+유지관리비용+climbing 비용+climbing 회수+해체비용)와 공사기간만을 고려하여 비용을 검증하게 되며, 현장에서는 양중장비 사용기간을 줄이려는 노력이 필요하다.

$$L/C = C_i + (C_m \times d) + C_c \times t + C_d \dots\dots\dots \text{식 1}$$

L/C : 전체 비용(Total Cost)

C_i : 설치 비용

C_m : 유지관리비용(임대료+전기료+인건비)

d : 공사기간(개월)

C_c : climbing 비용(구조보강 비용 포함)

t : climbing 회수

C_d : 해체비용

19) UP만원율을 100%로 가정하여 계산한 실 가동율임.

$L/C = Ld \times d$ 식 2

- L/C : 전체 비용(Total Cost)
- Ld : 월 임대(Ci+Cm+Cc+t+Cd)
- d : 공사기간(개월); 임대기간

5.2 리프트의 효율성 분석(평균가동률)

리프트의 평균가동률은 채희동(2002)의 식을 참고하여 <식 3>에 의하여 검토될 수 있다. 즉, 리프트의 효율성 검증을 위한 평균가동률은 L/C의 사용기간, L/C의 일일 양중회수, L/C의 대수가 작을수록 평균가동률은 증가하며 L/C가 담당하는 양중물량이 증가할수록 평균가동률은 증가하게 된다. 이처럼 L/C의 평균가동률은 L/C가 담당하는 양중물량의 양중회수와, 사용기간, 일일 양중회수, 리프트의 대수에 영향을 받게 된다. 따라서 리프트의 평균가동률을 증가시키기 위하여 L/C의 적정 조합을 통해 L/C의 합리적인 대수를 산정할 수 있을 것이다. 이처럼 N, Ti, d, Lt에 대한 상관관계를 고려하여 리프트의 효율성을 검증하게 되며 L/C의 평균가동률 증가를 위하여 현장에서는 L/C의 사용기간, 일일 양중회수를 감소시키기 위한 노력이 필요하다.

$$ARO = \frac{\sum_{i=1}^N \frac{Ti}{d \times Lt}}{N} \times 100 \quad \dots\dots\dots \text{식 3}$$

- ARO(Average Rate of Operation) :전체 L/C의 평균가동률
- N : L/C 의 대수
- Ti : L/C i가 담당하는 양중물량의 양중 회수
- d : L/C i를 사용하는 기간
- Lt : L/C i의 일일 양중회수

5.3 리프트의 대수산정 프로세스

리프트의 적정한 대수산정 위하여 <그림 3>과 같은 리프트 대수산정 프로세스를 제안한다. 이에 대한 프로세스는 다음과 같다.

- (1) 객관적인 데이터로부터 양중재의 수량을 산출한다.
- (2) 양중재의 형식을 타워크레인과 리프트로 구분한다.
- (3) 1회 양중량을 결정한다.
- (4) 리프트의 기종을 분석하여 인력수송 및 자재양중에 따른 1회 Cycle time 을 분석하여 1회 양중 시 소요시간을 결정 한다.
- (5) 상기 분석내용을 토대로 인력수송과 자재양중 시 소요되는 양중시간을 분석한다.
- (6) 리프트 기종별 적절한 조합을 통하여 리프트 대수를 가정한다.

(7) 리프트의 운용비용과 평균가동률을 고려하여 상기에서 가정한 리프트 대수에 대한 효율성검증을 통하여 부적합 판정 시 리프트 대수를 재가정하고 적합 판정 시 적정한 리프트 대수를 산정 하게 된다.

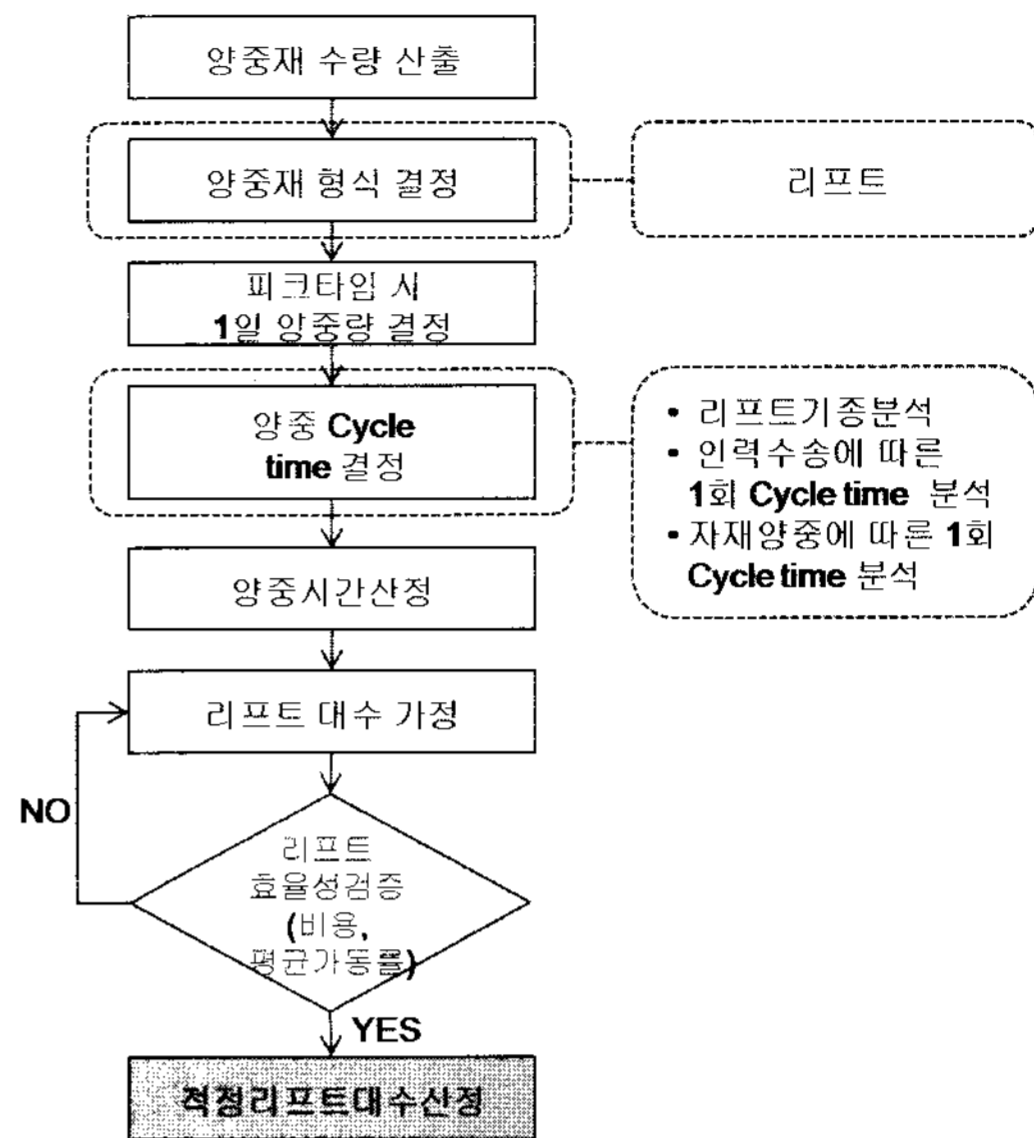


그림 3. 리프트 대수산정 프로세스

6. 결론 및 향후 연구

본 연구에서는 양중 담당자가 리프트를 산정 시 경험과 직관으로 산정하는 과거 방식을 탈피하여 객관적이고 체계적으로 양중대수를 산정할 수 있는 구체적 방법과 프로세스를 제시하고자 하였다. 이를 위하여 실제 프로젝트와 유사하게 가상 프로젝트를 설정하고 리프트 기종을 분석함으로써 실제 어떠한 방법으로 적용될 수 있는지 구체적인 방법을 제시하였다. 본 연구에서 제시한 적정리프트 산정 프로세스는 다음과 같다. 첫째, 양중재(인력, 자재)의 수량을 산출한다. 둘째, 양중재의 형식을 타워크레인과 리프트로 구분한다. 셋째, 1회 양중량을 결정한다. 넷째, 인력수송 및 자재양중에 따른 1회 Cycle time을 분석하여 1회 양중 시 소요시간을 결정한다. 다섯째, 인력수송과 자재양중 시 소요되는 양중시간을 분석한다. 여섯째, 리프트 기종별 적절한 조합을 통하여 리프트 대수를 가정한다. 마지막으로, 리프트의 운용비용과 평균가동률을 고려하여 피드백을 통한 효율성을 검증을 통하여 적정한 리프트 대수를 산정한다. 본 연구 결과를 통하여 양중 담당자는 리프트 대수 산정 시 객관적이고 체계적인 방법으로 대수를 산정하고 효율화를 추구하여 궁극적으로 공기단축과 공사비를 감소시킬 수 있을 것으로 기대한다.

본 연구의 한계점은 상차 하역시간, 대기시간, 피크타임 시 출

력인원, 자재 양증량 등의 요소가 각 현장마다 가변적이므로 객관적인 결론을 도출하기 위하여 실제 주상복합 현장과 유사하게 가상프로젝트를 설정하였다. 그러나 시간과 공간상의 제약으로 이에 대한 검증은 실시 할 수 없어 실제 프로젝트와는 차이가 있을 수 있다. 향후 연구로는 초고층 프로젝트 현장을 대상으로 본 연구에서의 리프트 산정 프로세스를 실제 프로젝트 현장에 적용하여 공기단축 방안을 수립하는 연구가 진행 될 것이다.

14. Zhang, P., Harris, F.C., Olomolaiye, P.O. Holtlocation, G. D., Location Optimization for a Group of Tower Cranes, ASCE Vol 125. No. 2, 1999.

(접수 2008. 4. 23, 심사 2008. 6. 5, 게재확정 2008. 6. 12)

참 고 문 헌

1. 김동진, 송영석, 임형철, 고층건축공사의 리프트 양증계획 합리화, 대한건축학회 추계학술발표대회 논문집, 제22권 제2호, pp.483~486, 2002.10
2. 김정진, 최인성, 초고층 건축공사의 양증계획 시스템에 관한 연구, 한국건축시공학회, 제5권 제4호, pp.121~129, 2005. 12
3. 박길재, 장명훈, 이현수, 고층 건축공사에 있어 자재양증계획의 최적화방안, 대한건축학회 추계학술발표대회 논문집, 제21권 제2호, pp.515~518, 2001.10
4. 안병주, 김재준, 고층건물공사 마감자재의 수직·수평이동계획이 통합된 의사결정모델, 한국건설관리학회 논문집, 제2권 제2호, pp.47~58, 2001.6
5. 오세욱, 김명호, 김영석, 건설생산성 관리 시스템 구축을 위한 데이터웨어하우스의 적용, 한국건설관리학회, 제7권 제2호, pp.127~137, 2006.4
6. 이중석, 허영기, 안방률, 건설기계 연간표준가동시간 산정에 관한 연구, 한국건축시공학회 논문집, 제8권, 제1호, pp.37~42, 2008.2
7. 이치주, 김재준, 이윤선, 계층분석법(AHP)을 이용한 마감공정의 계획 및 관리요인 분석에 관한 연구 / 초고층 주거건축물 공사 건식벽체공법을 대상으로, 한국건설관리학회, 제8권 제1호, pp.132~140, 2007.2
8. 이현수, 채희동, 장명훈, 고층건축공사의 타워크레인 계획 프로세스 개발, 제18권, 제6호, pp.119~126, 2002.6
9. 정용찬, 구교진, 현창택, 고층건축공사의 리프트 양증계획 합리화 방안, 대한건축학회 춘계학술발표대회 논문집, 제24권 제1호, pp.451~418, 2004.12
10. 채희동, 장명훈, 이현수, 고층 건축공사의 양증 계획 지원 프로세스 개발, 제21권, 제1호, pp.457~460, 2001.4
11. 최광수, 김학길, 김용수, 건설용 리프트의 사용실태 조사 및 문제점 분석에 관한 연구, 대한건축학회 추계학술발표대회 논문집, 제22권 제2호, pp.479~482, 2002.10
12. 한국산업안전공단 홈페이지 (<http://www.kosha.or.kr/>)
13. Kuo-Liang Lin, Carl T. Haas,(1996), Multiple Heavy Lifts Optimization, Journal of Construction Engineering and Management, ASCE Vol 122. No. 4, 1996.