

0-1 정수계획모형을 이용한 트랜스포터 일정 계획

† 김정민 · 이명호* · 김시화**

† 한국해양대학교 해운경영학과 석사과정, * 한국해양대학교 해양플랜트운영학과 교수, ** 한국해양대학교 해사수송과학부 교수

요 약 : 조선 프로젝트는 일반적으로 많은 블록 공정들을 거쳐 완성된다. 하나하나의 블록들이 일정에 따라 완성되면 다음 단계의 공정을 위한 플랜트로 이동하게 되는데 이러한 공정에 따른 블록 수송을 원활하게 하기 위해 블록 수송계획을 세운다. 블록 트랜스포터는 블록 수송을 위한 주요 장비인데 트랜스포터의 일정 계획은 계획된 조선 프로젝트 완성을 위한 전체적인 일정 관리에 매우 중요한 문제이다. 본 연구에서는 트랜스포터의 일정계획 문제를 0-1 정수계획 모형으로 정식화하여 최적일정계획을 수립하는 방법을 제안하였다.

핵심용어 : 블록; 트랜스포터; 트랜스포트 일정계획; 0-1 정수계획모형

Block Transporter Scheduling using 0-1 Integer Programming

[Presenter]
JeongMin, Kim
Master Course,
Division of Shipping Management
Korea Maritime and Ocean University

1. Introduction & Literature Survey

- Block이란 선체를 건조하기 위해, 각 선체의 일부분을 분할한 것을 뜻한다.
- 조선소에서의 선박 건조 프로젝트에서는 일반적으로 많은 Block 공정을 통해 완성된다.
- 각각의 Block들이 일정에 따라 완성되면 다음 공정을 위해 다른 플랜트로 이동하게 되며, 이러한 블록들이 최종 Dock에 모여 선박으로 조립된다.

Contents

- Part 1 : Introduction & Literature Survey
- Part 2 : Formulation of Transporter Scheduling
- Part 3 : Case Study
- Part 4 : Conclusion

1. Introduction & Literature Survey

- 각각의 블록들이 공정을 위한 플랜트로 이동하는 과정에서 이용되는 것이 Block Transporter이다.
- 조선소에서는 Block 수송을 원활하게 하기 위해 해당 Transporter의 일정 계획을 세운다.
- Transporter의 일정 계획은 계획된 조선 프로젝트 완성을 위한 일정관리에 있어 매우 중요한 문제이다.
- 본 연구에서는 Transporter의 일정 계획문제를 0-1 정수 계획모형으로 정식화하여 최적 일정계획을 수립하는 방법을 제안하고자 한다.

† 교신저자 : 연희원, jaykim@kmou.ac.kr
* 종신회원, mhlee@kmou.ac.kr
** 종신회원, shalom@kmou.ac.kr



1. Introduction & Literature Survey

□ 조선소 Layout 및 Transporter



1. Introduction & Literature Survey

□ 선행 연구

박명환 등(1995)	조선 산업의 개요와 산업 공학적인 관점에서의 응용 분야
고시근 등(1999)	유전자 알고리즘을 통한 조선소 내에서 곡블록 조립 공장에서의 조립 일정문제
하태룡 등(2000)	혼합 유전자 알고리즘을 통한 조선소 내에서 선각 평블록 조립공장에서의 효율적 일정계획
Joo, Lee, Koo and Lee(2006)	Scheduling of single-type transporter for block transportation using heuristic algorithms.
Park and Soo(2013)	Scheduling of single-type transporters for block transportation using GRASP algorithm
Joo and Kim (2014)	Block Transportation scheduling using meta-heuristic algorithms.



2. SPK Model for Transporter Scheduling

(Index)

$i = 1, 2, \dots, m$ (a set of Transporter)

$j = 1, 2, \dots, n$ (a set of Block)

J_i = Transporter i 의 후보 운행일정 집합

(Data)

$q_{j \in i}$ = $\begin{cases} 1, \text{만일 차량 } i \text{가 운행일정 } j \text{에 투입되어 블록 } k \text{를 수송할 경우,} \\ 0, \text{그 외의 경우} \end{cases}$

p_k = 블록 k 의 운송 우선순위에 의거한 중요도

h_j = 운행일정 j 에 투입된 Transporter i 의 운행비용

(Decision Variables)

x_{ij} = $\begin{cases} 1, \text{만일 Transporter } i \text{가 운행일정 } j \text{에 투입될 경우,} \\ 0, \text{그 외의 경우} \end{cases}$



2. SPK Model for Transporter Scheduling

(Model)

$$\text{Maximize } Z = \sum_i \sum_{j \in J_i} \left(\sum_k q_{ijk} p_k \right) x_{ij} - \sum_i \sum_{j \in J_i} h_j x_{ij}$$

Subject to $\sum_{j \in J_i} x_{ij} \leq 1,$ 각 transporter i 에 대해

$\sum_i \sum_{j \in J_i} q_{ijk} x_{ij} \leq 1,$ 각 block k 에 대해

$x_{ij} \in \{0, 1\}, j \in J_i,$ 각 transporter i 에 대해



3. Example of Cast Study (Transporter : 10)

□ Input Data

D	Size	Utility	OperTime(Min)	IniPos	CargoType	Name	Description
1	500	300	1	WP1.7.8	TP5-1		
2	350	250	1	WP4.6.7	TP3-1		
3	350	250	1	WP2.6.7	TP3-2		
4	350	250	1	WP4.6.7	TP3-3		
5	350	250	1	WP5.6.7	TP3-4		
6	350	250	1	WP4.6.7	TP3-5		
7	100	100	1	WP1.5	TP1-1		
8	100	100	1	WP1.5	TP1-2		
9	100	100	1	WP1.5	TP1-3		
10	100	100	1	WP1.5	TP1-4		



3. Example of Cast Study (Transporter : 10)

□ Result

	TP1-1	TP1-2	TP1-3	TP1-4	TP3-1	TP3-2	TP3-3	TP3-4	TP3-5	TP5-1	
1	100	7	450	WP10	30	WP4	100				
2		300	29	500	WP6	140	WP9	240			
3		250	9	450	WP4	20	WP5	70			
4		250	18	450	WP5	70	WP6	145			
5		250	25	450	WP5	160	WP6	235			
6		250	18	425	WP3	30	WP6	85			
7		250	20	475	WP6	100	WP9	170			
8		250	5	425	WP2	30	WP4	80			
9		250	15	450	WP4	90	WP6	165			
10		250	30	475	WP5	175	WP6	215			
11		250	8	425	WP2	30	WP5	90			
12		250	26	450	WP6	140	WP9	210			
13		250	6	475	WP5	30	WP6	105			
14		250	20	475	WP10	140	WP5	215			
15		100	1	400	WP1	40	WP4	80			
16		100	13	400	WP1	100	WP4	140			
17		100	22	400	WP1	180	WP4	220			
18		100	2	400	WP1	30	WP5	75			
19		100	21	400	WP2	130	WP9	175			
20		100	3	400	WP2	20	WP5	65			
21		100	11	400	WP1	90	WP4	130			
22		100	23	400	WP1	150	WP4	190			
23		100	14	400	WP10	80	WP5	125			
24		100	24	400	WP2	150	WP9	195			
25	Max Value Z = 1643										
26	Elapsed Time : 0 m : 2 s										
27	Total Number of Variables : 3211										

3. Example of Cast Study (Transporter : 10)



Input Data

IS-ID(1)	IS	IS	IS	IS	IS	IS	IS
1	300	300	1	WP67.8	TP5-1		
2	350	250	1	WP66.7	TP5-1		
3	350	250	1	WP26.7	TP5-2		
4	350	250	1	WP26.7	TP5-3		
5	350	250	1	WP46.7	TP5-4		
6	350	250	1	WP46.7	TP5-5		
7	100	100	1	WP1.5	TP1-1		
8	100	100	1	WP1.5	TP1-2		
9	100	100	1	WP1.5	TP1-3		
10	100	100	1	WP1.5	TP1-4		

IS-ID(1)	IS	IS	IS	IS	IS	IS	IS
1	300	300	1	WP2	WP	WP	WP
2	300	300	1	WP1	WP	WP	WP
3	300	300	1	WP1	WP	WP	WP
4	300	300	1	WP2	WP	WP	WP
5	300	300	1	WP1	WP	WP	WP
6	300	300	1	WP1	WP	WP	WP
7	300	300	1	WP1	WP	WP	WP
8	300	300	1	WP1	WP	WP	WP
9	300	300	1	WP1	WP	WP	WP
10	300	300	1	WP1	WP	WP	WP

3. Example of Cast Study (Transporter : 10)



Result

<18-22시 Scheduling>									
1	TP5-1	300	7	475	WP5	20	WP6	95	
2		300	29	500	WP5	140	WP6	245	
3	TP3-1	250	15	425	WP3	70	WP4	120	
4		250	20	450	WP3	140	WP6	220	
5	TP3-2	250	8	450	WP6	10	WP9	80	
6		250	16	425	WP2	100	WP4	150	
7		250	25	425	WP3	100	WP4	140	
8	TP3-3	250	5	425	WP10	20	WP4	70	
9		250	19	425	WP2	50	WP4	140	
10		250	27	450	WP4	140	WP5	210	
11	TP3-4	250	9	425	WP2	20	WP4	70	
12		250	20	425	WP10	30	WP3	145	
13		250	30	475	WP6	163	WP9	200	
14	TP3-5	250	6	450	WP4	30	WP6	105	
15		250	26	475	WP10	130	WP6	210	
16	TP1-1	100	13	400	WP1	30	WP4	130	
17		100	24	400	WP6	170	WP9	215	
18	TP1-2	100	1	400	WP1	40	WP3	85	
19		100	11	400	WP1	100	WP3	145	
20		100	22	400	WP1	160	WP6	200	
21	TP1-3	100	2	400	WP1	10	WP4	50	
22		100	12	400	WP7	100	WP9	145	
23		100	23	400	WP1	170	WP6	210	
24	TP1-4	100	4	400	WP10	40	WP3	85	
25		100	21	400	WP7	130	WP9	175	
26	Max Value Z =			6750					
27	Elapsed Time =	0 m	0 s						
28	Total Number of Variables =	2275							

Calculation Sec : 11.71
Amount of Feasible Schedule : 2275

3. Example of Cast Study (Transporter : 10)



Result

<13-17시 Scheduling>									
1	TP5-1	300	7	450	WP5	20	WP9	30	
2		300	29	500	WP5	150	WP6	295	
3	TP3-1	250	9	475	WP5	30	WP6	195	
4		250	26	475	WP10	160	WP5	235	
5	TP3-2	250	15	450	WP6	60	WP9	150	
6		250	27	450	WP4	160	WP6	235	
7		250	6	450	WP4	20	WP5	90	
8	TP3-3	250	19	475	WP5	110	WP6	185	
9	TP3-4	250	6	450	WP10	30	WP4	100	
10		250	16	450	WP4	100	WP6	175	
11	TP3-5	250	30	475	WP6	194	WP9	230	
12		250	5	450	WP5	20	WP6	95	
13		250	18	425	WP2	110	WP4	160	
14		250	28	450	WP4	170	WP5	240	
15	TP1-1	100	4	400	WP1	30	WP5	75	
16		100	11	400	WP1	100	WP4	140	
17		100	24	400	WP8	100	WP9	225	
18	TP1-2	100	1	400	WP10	40	WP5	85	
19		100	13	400	WP10	110	WP4	150	
20		100	23	400	WP1	170	WP4	210	
21	TP1-3	100	3	400	WP7	30	WP9	75	
22		100	14	400	WP1	100	WP6	140	
23		100	21	400	WP7	160	WP9	205	
24	TP1-4	100	2	400	WP1	10	WP6	50	
25		100	12	400	WP7	70	WP9	115	
26		100	22	400	WP1	150	WP6	190	
27	Max Value Z =			9275					
28	Elapsed Time =	0 m	3 s						
29	Total Number of Variables =	4452							

Calculation Sec : 24.49
Amount of Feasible Schedule : 4452

4. Conclusion



- 조선회에서 진행되는 Block Transportation의 일정 관리에 대한 기존 연구들을 보면 Genetic Algorithm이나 Heuristic Algorithm을 통해 Scheduling을 생성, 관리하였다.
- 본 연구에서는 0-1 정수계획법을 통해 모든 가능한 일정(Feasible Schedule)을 Generation하여 최적화 된 일정 관리를 제안하였다.
- 본 연구는 4시간의 Time Period를 가지고 Scheduling을 실시하였다. (8~12시 : 오전, 13시~17시 : 오후, 18시~22시 : 야간)
- 추후 본 연구는 현재 조선회 Yard에서 진행되는 Block수송과 가장 유사한 Transporter 일정 실험으로 확장 시킬 예정이다.

3. Example of Cast Study (Transporter : 10)



Input Data

IS-ID(1)	IS	IS	IS	IS	IS	IS	IS
1	300	300	1	WP67.8	TP5-1		
2	350	250	1	WP56.7	TP5-1		
3	350	250	1	WP66.7	TP5-2		
4	350	250	1	WP36.7	TP5-3		
5	350	250	1	WP46.7	TP5-4		
6	350	250	1	WP56.7	TP5-5		
7	100	100	1	WP1.5	TP1-1		
8	100	100	1	WP1.5	TP1-2		
9	100	100	1	WP1.5	TP1-3		
10	100	100	1	WP1.5	TP1-4		

IS-ID(1)	IS	IS	IS	IS	IS	IS	IS
1	300	300	1	WP1	WP	WP	WP
2	300	300	1	WP1	WP	WP	WP
3	300	300	1	WP1	WP	WP	WP
4	300	300	1	WP1	WP	WP	WP
5	300	300	1	WP1	WP	WP	WP
6	300	300	1	WP1	WP	WP	WP
7	300	300	1	WP1	WP	WP	WP
8	300	300	1	WP1	WP	WP	WP
9	300	300	1	WP1	WP	WP	WP
10	300	300	1	WP1	WP	WP	WP



KOREA MARITIME AND OCEAN UNIVERSITY