

열차배열의 최적화 프로그램 개발

류상환*, 김길상

한국고속철도건설공단

A Development of Optimized Train Scheduling Program

Sang-Hwan Ryu, Eui-Il Kim, Kil-Sang Kim

Korea High Speed Rail Construction Authority

Abstract - A computer aided process is inevitable for the optimization of train operation planning. Developing of train diagrams is very important for the train operation planning. In this paper, the user friendly program related to the train scheduling that can be used for the basic data on developing of train diagram is introduced. It can also provide basic data for other train operation plannings, such as Timetabling, Crew Operation Scheduling, etc. It provides the planner with data moving, data changing and zooming functions, and it can assist the user easily produces their optimal solution. All this operations are performed interactively through graphic windows.

1. 서 론

열차운영계획수립의 기초자료는 수송수요이다. 수송수요에는 양적인 면과 질적인 면으로 구분할 수 있는데 이 양면을 충분히 검토하여 이것을 구체화 하는 수단으로 열차다이어를 사용한다. 열차다이어란 "Train Diagram"의 약칭이며 열차의 시간적 추이를 표시하는 도표를 말한다. 즉 역과 역간의 거리를 종축, 시간을 횡축으로 표시한 표에 열차의 시간적 궤적을 직선 혹은 사선으로 표시하는 일종의 그래프이다. 열차다이어의 종류 및 이용방법을 보면 다음과 같다.

㉔ 시간에 의한 분류

◆ 2분눈금 다이어 : 다이어개정, 임시 열차운전과 공사 등으로 인한 운전시간의 변경 등 실제 정확한 작업을 위해 주로 사용.

◆ 1분눈금 다이어 : 2분 다이어와 용도가 비슷하며 열차간격이 조밀한 구간을 위해서 사용.

◆ 1시간눈금 다이어 : 장기열차계획, 시각개정의 구상 작성, 열차승무원의 운용계획, 열차의 운전정리 등에 주로 사용.

◆ 10분 눈금다이어 : 1시간다이어와 용도가 비슷하며 열차횟수가 많은 선구에서 1시간눈금으로 나타내기 곤란한 경우 작업의 불편을 줄이기 위해서 사용.

㉕ 형태에 의한 분류

◆ 평행다이어 : 복선구간에서 선로용량을 최대한으로 활용하는 수단이 평행다이어로서 이는 동일한 속도로 열차선을 평행하게 그려서 대피로 인한 손실시분을 최소화하도록 한 것이다.

◆ 규격다이어 : 선로용량이 극한에 달한 선구 또는 정차장에서는 그 구간 또는 정차장을 가장 유효하게 사용할 수 있는 다이어를 처음부터 1일당 또는 시간당 여객열차 및 화물열차 및 화물 등으로 정해서 작성하는 다이어를 규격다이어라고 하는데, 열차의 특성을 최대한 살리면서 열차를 가장 많이 설정할 수 있는 수단으로 사용된다.

◆ 네트다이어(망형 다이어) : 단선구간에서는 정차장간의 운전시분이 가장 긴 구간에서 최대열차 횟수가 결정되는데, 이 구간을 가장 유효하게 사용할 수 있게 열차선을 무리없이 망(NET)으로 구성하여 열차를 설정한 다이어를 말한다.

수송수요의 양·질적인 면을 충분히 반영할수 있는 열차다이어구상을 하는 경우에 그 주요내용으로는 다음과 같은 것들을 들을 수 있다.

- ◆ 열차종별
- ◆ 열차배열
- ◆ 운전시격
- ◆ 열차단위
- ◆ 열차계통
- ◆ 열차착발시간

현재 경부고속철도에 적합한 열차다이어 작성 프로그램이 종합적으로 개발되어 있지 않으므로 신속하고, 효율적인 작업이 이루어질 수 있도록 프로그램의 개발에 대한 필요성이 제기되어 왔다. 이에 열차다이어 구상에 있어서 전단계인 열차배열에 관한 프로그램을 개발하여 열차운용계획의 수립에 조금이나마 도움이 될 수 있도록 하였다.

2. 열차배열

㉑ 열차배열의 일반

열차배열은 수송수요의 시간별과동에 대응하는 시간대별로 열차를 배분하는 것을 말하며, 유효시간대별로 선로용량, 터미널역의 플랫폼용량, 선로용량, 다이어작성 등을 감안하여 결정해야 한다. 일반적으로 수송수요의 요청에 따른 수송량을 수송능력에 따라 각 행선지별로 필요열차수를 산정하게 된다. 열차소요횟수를 산정할 경우 수송의 양적소요 뿐만 아니라 수송의 질적측면도 고려하여야 된다. 이러한 철도수송에서 수송의 양·질적인 열차수요를 1일 영업시간내에 가장 효율적으로 시간적 최적화 배열을 하여야 한다. 이 최적화 시간적배열을 간단히 열차배열이라 하며 이때 고려되어야 할 사항으로는

- ◆ 수송량의 양·질적인 충족
- ◆ 방향별, 시종착별 이용의 편이성 제고
- ◆ 각 지방의 유효시간적 배려
- ◆ 신호설비상 운전시격 및 보안 고려
- ◆ 철도장비의 이용효율 제고

등이 있으며 이와 같은 사항이 충분히 고려되어야 하며 또한 열차의 안전운전에 지장이 없어야 한다.

▣ 열차배열의 프로그램화

수송수요에 의한 열차종류별, 시간대별 최적화 배열을 도모하여 열차운전 계획의 정확성과 효율성 제고를 위하여 이에 대한 최적화 프로그램이 필요하게 되었다. 열차배열의 주요 원칙으로는 다음과 같은 것이 있다.

- ◆ 1 일 평시와 혼잡시간대를 만족하여야 한다.
- ◆ 당해선구 최소운전시간이 고려되어야 한다.
- ◆ 정거장의 구내용량 및 선로용량을 만족하여야 한다.
- ◆ 열차의 종류가 고르게 분산운영되어야 한다.
- ◆ 동종열차의 중복배열을 가급적 배제한다.

이와 같은 점들이 충분히 고려되어 열차운전상의 원활을 기할 수 있어야 하며 이렇게 최적화되어 검토 작성된 열차배열은 열차다이어를 작성하는데 있어서 기본자료로서 사용될 수 있으므로 열차다이어의 최적화를 위한 전단계 작업으로서 매우 유용하며, 이에 대한 프로그램화는 열차운용계획상에서 매우 중요하다고 볼 수 있다.

3. 열차배열 프로그램

3.1 개요

본 프로그램은 경부고속철도의 출발역과 정차역들을 기준으로 하여 총 8 개 종류의 열차들에 대해서 열차배열을 행하는 프로그램으로서 8 종류의 열차를 대상으로 사용자의 요구에 적합한 최적화된 열차배열을 행하게 된다. 다음 표 1 은 8 종류의 열차들과 각종류의 열차들에 대한 출발역 및 정차역들을 보여준다.

열차종류 \ 정차역	S	S _k	S _c	S _D	N	N _k	N _c	N _D
서울	•	•	•	•				
남서울					•	•	•	•
천안			•	•			•	•
대전	•	•	•	•	•	•	•	•
대구	•	•	•	•	•	•	•	
경주		•				•		
부산	•	•	•		•	•	•	

[표 1 열차종류별 정차역]

▣ 적용된 배열의 원칙

- ◆ 최다수가 있는 열차를 첫번째의 열차로 배치한다.
- ◆ 가급적 중복배열을 배제하고 균등분포배열을 한다.
- ◆ S_k 와 N_k, S_c 와 N_c, S_D 와 N_D 등 정차역들이 같은 열차는 서로 인접되지 않게 배열한다.
- ◆ 동일조건일때는 다음의 우선순위에 따라 배열한다.
S N S_k N_k S_D N_D S_c N_c

▣ 배열의 순서

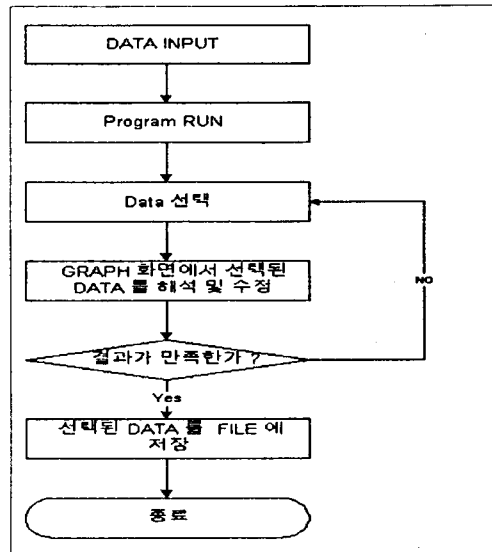
- ◆ 출발역을 기준으로 2 개의 그룹으로 나눈다.
- ◆ 2 개의 그룹에 대해서 대표되는 그룹이름(S, N)만을 가지고 대표되는 그룹이름만으로 각 그룹별 총갯수들을 고려하여 균등분포로 전열차에 대해서 배열을 한다.
- ◆ 그룹별로 해당그룹에 속하는 열차의 종류들에 대해서 각열차의 갯수 및 우선순위를 고려하여 배열을 한다.
- ◆ 따로이 배열된 열차들을 각각 대표되는 그룹이름에 대치하여 넣는다.
- ◆ S_k 와 N_k, S_c 와 N_c, S_D 와 N_D 등의 열차가 서로 인접되지 않는지를 검사하고 만약 인접되는 경우가 있으면 서로 인접되지 않도록 재배열한다.

3.2 프로그램

▣ 목적

- ◆ 좀 더 최적화된 열차배열을 행하기 위해 배열된 열차열을 graph 화면을 이용하여 확인하여 보고 이를 수정할 필요가 있으면 곧바로 화면에서 수정할 수 있는 기능을 제공한다.
- ◆ HELP 화면과 pull-down menu 방식으로 사용자가 특별한 훈련없이 해당작업을 수행할 수 있다.
- ◆ screen editing 방식으로 데이터의 수정 및 편집이 용이하다.
- ◆ master file을 통하여 모든 필요한 데이터를 한번에 입력할 수 있다.

▣ 전체흐름도



[그림 1 전체흐름도]

▣ 구성

프로그램의 구성은 크게 4 가지의 부분으로 나뉘어져 있으며 각 부의 주요기능은 다음과 같다.

- ◆ 파일관리 부 : 파일 관리
- ◆ 데이터입력 부 : 필요한 데이터 입력
- ◆ 프로그램 실행부 : 프로그램실행
- ◆ 출력부 : graph 틀 이용한 해석 및 수정

▣ MENU 구성

메뉴는 크게 4 개로 나눌수 있으며 각각에 대한 부메뉴는 다음과 같다.

- ◆ SYSTEM
 - FILE
 - DOS SHELL
 - EXIT
- ◆ DATA
 - DATA INPUT
- ◆ RUN
- ◆ OUTPUT
 - DATA SELECT
 - VIEW & EDIT

3.3 프로그램 실행 및 결과

시간대별 혹은 열차종류별 갯수에 대한 입력이 끝나면 프로그램을 실행시키게 된다. 프로그램실행에서는 시간대별로 열차를 배열할 것인지 혹은 총 열차갯수 만으로 배열을 할것인지에 대해 시간대별 배열 혹은 전체에 대한 배열 등의 형태로 배열을 행하게 되며 배열된 열차들에 대해 각배열에 대한 열차열을 선택할 수 있는 "데이터선택 화면"을 제공해 준다.

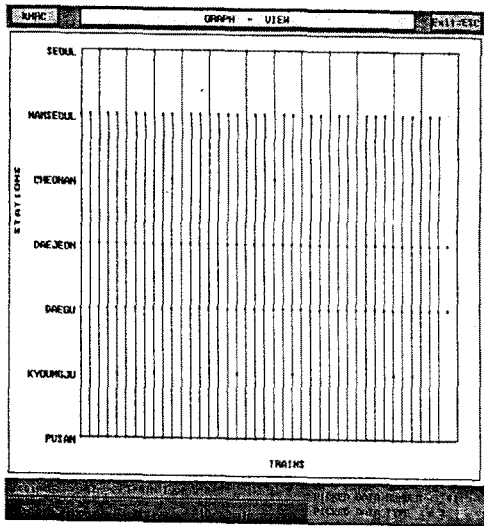
DATA SELECT

프로그램 실행후에 행하는 것으로 시간대별 혹은 전체 열차열에 대해서 몇개의 배열된 예를 화면에 제공하여 1차적으로 사용자가 배열된 열차열을 보면서 그 중에 1개의 열차열을 선택하게 된다.

VIEW & EDIT

배열된 열차들에 대해서 각각의 출발역과 정차역 등과 관련하여 사용자가 해석 및 수정이 용이하게 배열된 순서대로 열차들을 graph 를 이용하여 표시하여 준다. 이화면에서 사용자가 열차의 배열을 직접 확인하여 보고 필요하다면 cursor 와 편집 key 들을 이용하여 열차의 배열을 수정할 수 있다. 이화면에서 얻을 수 있는 정보에는 다음과 같은 것들이 있다.

- ◆ 출발역, 정차역, 도착역 등
 - ◆ 배열된 열차열
 - ◆ 순서별 열차의 종류
- 다음은 배열된 열차열에 대한 화면 예이다.



[그림 2 VIEW & EDIT 화면]

출력 FILE

프로그램 실행 및 데이터선택 후에 만들어지는 file 로서 다음과 같은 정보들이 있다.

- ◆ 배열된 열차의 총 갯수
- ◆ 각 열차종류별 열차의 총갯수
- ◆ 최종적으로 배열된 열차열

그림 3 은 출력 FILE 의 한 예를 보여준다.

SCH_OUTPUT_FILE

<< Number of Input Data >>

[S]	[N]	[K]	[D]	[C]	[E]	[G]	[F]
38	88	9	0	4	17	0	8

Total Input Data Number = 164

```
NNSNESNNKNFSNNSNNESSNNCNESNNSNFSN
NKNESNNSNESNKNKNFSNNSNFCNNSNESNNS
NFKNNSNESNNSNKNKNSEFSNNCNESNNSN
NESNKNFSNNSNNSNENKNNESNNSNFSNCCN
SENNSENKNNSNNSFESNKNKNNSNESNNSN
```

[그림 3 출력 file 의 예]

4. 결론

경부고속철도의 열차다이어 작성에 있어서 기초가 되는 열차배열의 최적화에 관한 프로그램을 작성함으로써 종래의 작업에 의한 것보다 좀더 신속하고 효율적으로 열차배열을 행할 수 있게 됨으로써 열차의 운용계획수립에 도움을 줄 수 있으리라 사료된다. 또한 열차시각표의 변경 등 열차운용계획상의 변경이나 수정이 필요한 경우가 있을 때 이에 보다 쉽고 빠르게 대처하는데 있어서 본 프로그램이 도움을 줄 수 있는 하나의 보조수단으로서 사용될 수 있으리라 여겨진다. 향후의 연구과제로서는

- ◆ 열차다이어 작성 프로그램으로의 발전
- ◆ 열차시각표 작성, 승무원 운용일정 등과의 연계 등을 들수가 있다.

5. 참고문헌

- [1]. 고속철도핸드북, 한국고속철도건설공단, 1993
- [2]. Murthy/Mellitt, Computers in Railways IV-Volume 1, Railway Operations 1, 1994
- [3]. Murthy/Mellitt, Computers in Railways IV-Volume 2, Railway Operations 2, 1994