

## 서울메트로 4호선 운영현황 비교분석(관제업무를 중심으로) Comparative Analysis on Operating Status of Seoulmetro Line4

한창문<sup>\*†</sup>, 박정수<sup>\*\*</sup>, 황보작<sup>\*\*</sup>

Chang-Mun Han<sup>\*†</sup>, Jung-Soo Park<sup>\*\*</sup>, Jak Hwang-Bo<sup>\*\*</sup>

**Abstract** Operating Subway Lines 1 to 4 in the highly dense Metropolitan area of Seoul, 200 trains which drive a length of 137.9km through 120 stations, transport an average of 4.5 million people each day, and are a weekday total daily run frequency of 2,423. Seoul metro have 34 years of experience in subway operation which is the longest of the domestic railway operators. Seoul Metro Line 4 on Dangoggae-Oido Line has the 71.5km length routes through 48 stations and run cooperatively with Korail. The objective of this study is to secure on-time operation on Dangoggae-Namtaeryeong Line for rail traffic-controllers. This study is expected to solve the problem associated with congested transportation and train delays and be applicable for rail traffic-controllers.

- **Keywords** : Rail traffic-controllers, Seoul Metro Line 4, Korail

**초 록** 서울메트로는 4개 노선, 영업거리 137.9km, 역사 120개, 전동차 200편성(1,954량)을 보유하고 평일 열차운행 2,423회 평일 이용 인원 약 450만 명을 수송하고 있는 도시철도 리드로 도시철도 운영기관 중 가장 긴 32년의 역사를 가지고 있다. 이 중 서울메트로 4호선은 당고개역에서 오이도역 간 48역사 영업거리 71.5km 이루고 서울메트로와 철도공사 간 직통운전을 하는 구간이다. 본 논문에서는 서울메트로 4호선의 침두시 당고개역~남태령역 간 정시성 확보에 관한 방법을 운전관제사의 관점에서 연구하였다. 이는 침두시 및 열차 지연 시 정시운행 확보에 관한 운전관제사의 운전정리 관련 정시성 확보 체계의 마련이 예상되며, 타 철도운영기관의 관제 업무에도 활용 가능 할 것으로 기대 된다.

**주요어** : 운전관제, 서울메트로4호선, 철도공사

### 1. 서론

서울메트로4호선은 서울의 강북구간 당고개역에서 강남구간 남태령역, 과천시구간 선바위역~금정역, 안산선구간 금정역~오이도역간 48개 역사 71.5 km를 이루고 있다. 이 중 서울메트로의 1일 수송인원 4,136천명 중 4호선은 839천명을 수송하고 수송 분담율은 20%이다[1].

\*† 교신저자 : 서울메트로 동작승무사업소(hcm630@seoulmetro.co.kr)

\*\* 동양대학교 철도대학 철도운전제어학과

\*\* 동양대학교 철도대학 철도경영학과

서울메트로4호선의 침두시 오전(07:00~09:00) 오후(18:00~20:00) 당개역에서 남태령역간 5분 이상 지연열차를 분야별 운전장애 조사를 통해 정시운행 방안에 관해서 원인을 파악하고 개선책을 연구 하고자 함.

### 1.1 연구의 배경

서울메트로4호선은 철도공사와 서울메트로 간 직통운전을 하는 구간이다 침두시 오전(07:00~09:00) 오후(18:00~20:00) 상.하선(당고개~남태령) 지연이 역내 정차시간 30초를 초과하고 상.하선 주요역 정차시간이 상선평균 55초 하선평균 55초로 역정차 시간 과다가 지연운행 및 운행장애 등으로 주로 지연장애를 유발한다 본 논문에서는 그 원인을 지연분석을 통해 원인을 파악 개선 대책을 연구 하고자 한다.

### 1.2 연구의 목적

서울메트로의 경영목표인 안전.정시운행을 달성하고 각종 운행장애의 원인을 분석 유사한 동종 사고의 재발 방지 및 비교 분석하여 안전.정시운행 및 장애사고 zero화 목표를 달성 지하철이용 승객의 이용만족도 향상과 안전하고 편리한 서울지하철이 되도록 하는데 연구의 목적이 있다.

### 1.3 서울메트로 운영현황

서울특별시의 대중교통 중 분담율은 1996년도에는 버스가 30%대 지하철이 20% 후반대의 점유율 승용차가 20%를 보이고 택시가10%대 이나 2009년 이후에는 지하철은 35%대로 증가한 반면 버스는 28%대 택시는 7%대로 하락하여 지하철이 서울특별시의 대중적 교통수당으로 자리매김한 것을 Fig. 3에서 확인할 수 있다. 서울메트로의 최고 혼잡률은 2호선 사당역→방배역간 외선구간 196%(08:20~08:50), 4호선 한성대입구역→혜화역간 하선 180%(08:00~08:30), 1호선 144%, 3호선 149% 서울메트로 전체 최고 혼잡률 평균 167%를 2호선과 4호선은 초과 한다[1].

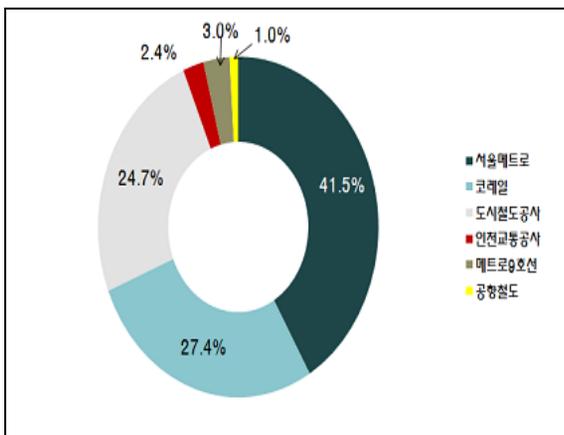


Fig. 1 Transport Allocation Rate by Railway Operators

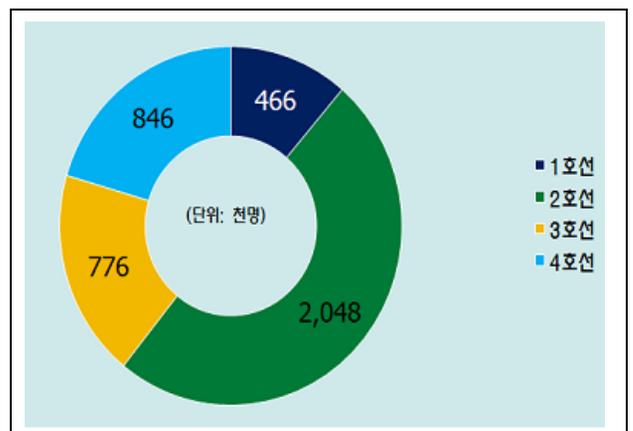


Fig. 2 A Number of People Transport in Lines (1 day) \* Unit: Thousand

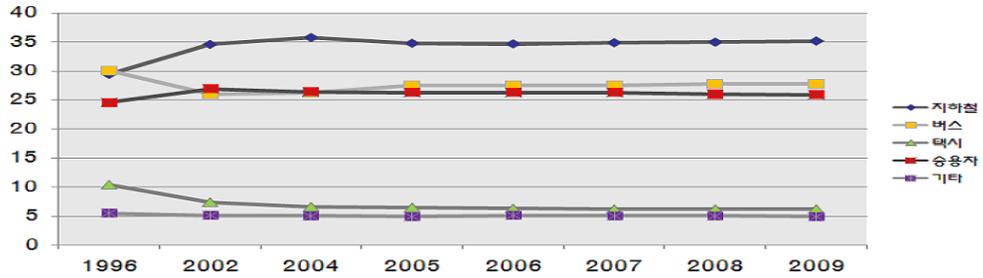


Fig. 3 Transport Allocation Rate by Transportation

서울메트로는 120 개역사 영업거리 137.9km 1 호선은 서울역~청량리역간 7.8 km, 2 호선은 50 개역사 60.2 km, 3 호선은 34 개역사 38.2 km, 4 호선은 26 개역사 31.7 km 이다.

Table 1. Operational Facilities of Seoul Metro

| Classification     |                      | Total    | Line1                         | Line2             | Line3          | Line4                    |
|--------------------|----------------------|----------|-------------------------------|-------------------|----------------|--------------------------|
| Section            |                      | 4 routes | Seoul station ↔ Cheongnyangni | Seongsu ↔ Seongsu | Jichuk ↔ Ogeum | Danggogae ↔ Namtaeryeong |
| Extension          | Operation Distance   | 137.9km  | 7.8km                         | 60.2km            | 38.2km         | 31.7km                   |
|                    | Constructed Sections | 146.1km  | 9.9km                         | 62.1km            | 40.7km         | 33.4km                   |
| Number of Stations |                      | 120      | 10                            | 50                | 34             | 26                       |

Table 2. Operation Status of Seoul Metro

| Classification | Total | Lines      |        |              |         |                |         |        |        |
|----------------|-------|------------|--------|--------------|---------|----------------|---------|--------|--------|
|                |       | Line1      |        | Line2        |         | Line3          |         | Line4  |        |
| Control Method | -     | Resistance | VVVF   | resistance   | Chopper | VVVF           | Chopper | VVVF   | VVVF   |
| Rail Cars      | 1,954 | 60         | 100    | 28           | 450     | 356            | 150     | 340    | 470    |
| Rail Formation | -     | 10(6)      | 10(10) | 4(1)<br>6(4) | 10(45)  | 10(34)<br>4(4) | 10(15)  | 10(34) | 10(47) |
| Extended Use   | 599   | 55         | 8      | 2            | 376     | 22             | 136     | -      | -      |
| Rate(%)        | 30.7  | 91.7       | 8      | 7.1          | 83.6    | 6.2            | 90.7    | -      | -      |

\* Extended Use: Over 20 years (as of Dec 31, 2013)

전동차 보유현황은 1호선 160량, 2호선 834량, 3호선 490량, 4호선은 470량으로 서울메트로 전체 1,954량 중 20년 이상 장기 사용 차량은 599량을 이루고 이들 차량이 고장의 한 원인 인자 이기도 하다.

## 2. 본 론

### 2.1 관제업무 현황

『관제』라 함은 관제설비 운영, 감시와 열차운행에 관한 지시 및 제어, 통제하는 종합관제소 직원을 말한다.

『운전관제』란 서울메트로 사장의 책임으로 운전에 관한 지시를 하는 직원을 말한다.

『운전정리』 사고 기타 사유로 인하여 열차 지연되는 등 정상운행에 차질이 발생할 경우에 열차의 정상운행을 위하여 운전관제가 취하는 조치를 말한다.

『운전정리의 시행자』 열차의 운전정리는 운전관제사가 이를 행한다.

#### 2.1.1 운전관제 역할 및 임무

- 열차를 정상으로 운전하기 위한 일상의 운전정리
- 운전사고 및 장애발생 사항에 대한 상황 파악, 운전정리, 구원열차의 운전 등
- 열차운전에 필요한 사항의 지시
- 기상상태의 파악에 의한 조치
- 열차운행종합제어장치(TTC) 제어반의 취급
- 열차운행표의 변경사항에 대한 정보입력
- 열차운행표의 실적정리 및 지연분석
- 운행장애 발생 시 관련부서 통보 및 현업 출동지시
- 기타 운전관제업무와 관계 있는 사항

#### 2.1.2 운전정리의 주요사항

- **따로발차** : 지연열차의 도착을 기다리지 않고 따로 열차를 조성하여 출발시킴을 말한다.
- **앞당김운전, 늦춤운전** : 열차의 운전시각을 소정의 시각보다 일정시각을 앞당겨 운전함을 앞당김운전, 일정시각을 늦추어서 운전함을 늦춤운전이라 한다.
- **운행변경** : 열차의 운행구간을 일부 변경, 단축 또는 연장함을 말한다.
- **반복변경** : 열차의 지연 등으로 전동차의 반복역에서 소정의 충당순서를 변경함을 말한다.
- **순서변경** : 계획된 열차의 운행순서를 바꾸어서 운행함을 말한다.
- **운전휴지** : 시발역에서 종착역까지 전구간에 대하여 특정열차의 운전을 중지함을 말한다.

- **운전선로변경** : 사고, 기타 부득이한 사유로 각 열차를 계획된 운전선로로 운전할 수 없는 경우, 이를 변경하여 다른 선로를 이용, 예정된 최종 도착지까지 운전함을 말한다.
  - **착발선변경** : 정거장 구내에서 계획된 열차의 도착선 또는 출발선을 임시로 변경함을 말한다.
  - **합병운전** : 2개 열차 이상을 합병하여 1개 열차로 운전함을 말한다.
  - **단선운전** : 복선운전 할 구간에서 일방선로에 열차사고 또는 선로고장 등으로 열차를 운전할 수 없을 경우 타방의 선로를 사용하여 상, 하 열차를 운전시킴을 말한다.
  - **차량교환** : 차량의 고장 등으로 소정의 운용순서를 변경하여 다른 차량과 교환함을 말한다.
- **TTC 제어(Total Traffic Control) 모드**  
 ‘열차종합제어’라 하며 열차는 사전에 작성된 운전계획에 의하여 운행된다. 먼저 운전계획이 수립되면 운행내역을 MSC에 입력하고 입력된 내용 메인 컴퓨터 TTC에 신호제어, 행선안내기 제어, 회차입환 및 반복열번 설정이 이루어지는 제어모드.
  - **CTC 제어(Centralized Traffic Control)모드**  
 ‘열차중앙제어’라 하며 열차지연 또는 도착선 변경으로 진로변경이 빈번할 때 또는 어떤 이유로 TTC에 의한 열차운행이 곤란한 경우 관제실의 CTC 제어반을 수동으로 조작하여 진로와 신호를 제어하는 모드를 CTC 제어 모드.
  - **LOCAL 제어 모드**  
 ‘현장제어장치’라 하며 운전관제사의 지시로 운전취급역에서 구내원이 진로 및 신호를 수동으로 제어하는 모드를 말하며 제어모드의 전환은 운전취급실의 전환스위치 조작으로 전환되며 이때 TTC 및 CTC에 의한 진로 및 신호제어는 불가능하다.

## 2.2 서울메트로4호선 운영현황

4호선은 2개의 승무사업소(동작승무사업소, 상계승무사업소)와 1개의 차량기지(창동차량기지) 철도공사 구간인 과천선(선바위역~금정역), 안산선(금정역~오이도역), 안산차량기지과 오이도차량기지가 있다. 승환역은 노원역(4.7호선), 창동역(1.4호선), 동대문역(1.4호선), 동대문역사문화공원역(2.5호선), 충무로역(3.4호선), 서울역(1호선), 삼각지역(5호선), 이촌역(4.중앙선), 동작역(4.9호선), 충신대입구역(4.7호선), 사당역(2.4호선) 남태령~선바위 구간은 서울메트로와(우측통행) 철도공사(좌측통행)가 X선 방향으로 운행하고 서울메트로는 직류 1,500V 철도공사는 교류25KV 사용 이 또한 사구간(남태령~선바위)이 운행장애 한 요인으로 작용한다. 4호선의 최고 혼잡구간은 한성대입구역→혜화역 하선구간(08:00~08:30) 180% 서울메트로 최고 혼잡률 평균 167% 웃돈다.

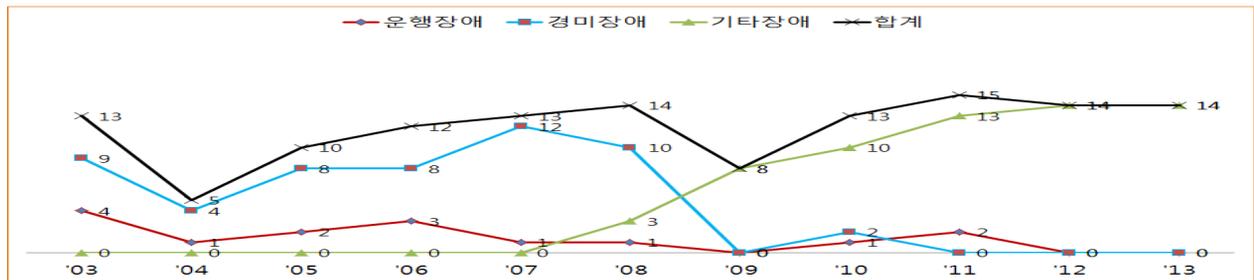
## 2.2 운전장애 원인별 분석

**Table 3. Obstacle of Vehicle Operations for 10 years (unit/number 1 JAN, 2003 ~ 30 JUNE, 2013)**

| Classification    | Total | '03 | '04 | '05 | '06 | '07 | '08 | '09 | '10 | '11 | '12 | '13 |
|-------------------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Total             | 131   | 13  | 5   | 10  | 12  | 13  | 14  | 8   | 13  | 15  | 14  | 14  |
| Railway Accidents | 1     | -   | -   | -   | 1   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   |
| Driving Obstacles | 15    | 4   | 1   | 2   | 3   | 1   | 1   | -   | 1   | 2   | -   | -   |
| Slight Obstacles  | 53    | 9   | 4   | 8   | 8   | 12  | 10  | -   | 2   | -   | -   | -   |
| Others            | 62    | -   | -   | -   | -   | -   | 3   | 8   | 10  | 13  | 14  | 14  |

\* Others : The rest of Driving Obstacles (Over 10 min), Slight Obstacles (Under 10 min)

**Table 3** 은 2003 ~ 2013 년간 서울메트로의 운전분야 운전장애를 운전사고, 운행장애(10 분 이상 지연열차), 경미장애(10 분 미만 지연열차), 기타장애(운행장애, 경미장애외 운행 서비스 차질 사례)를 분석했다.



**Fig. 4 The Causes Analysis for the Obstacle of Vehicle Operations**

**Fig. 4** 와 **Fig. 5** 같이 운행장애(사고)는 주기적으로 반복 발생하는 특성을 갖고 있는바 최근 10 년간 운전분야에서 발생된 운행장애 및 경미장애를 분석 하면, 승무원의 상시 현장 중심 교육으로 운행장애 최소화를 이루어야 한다.

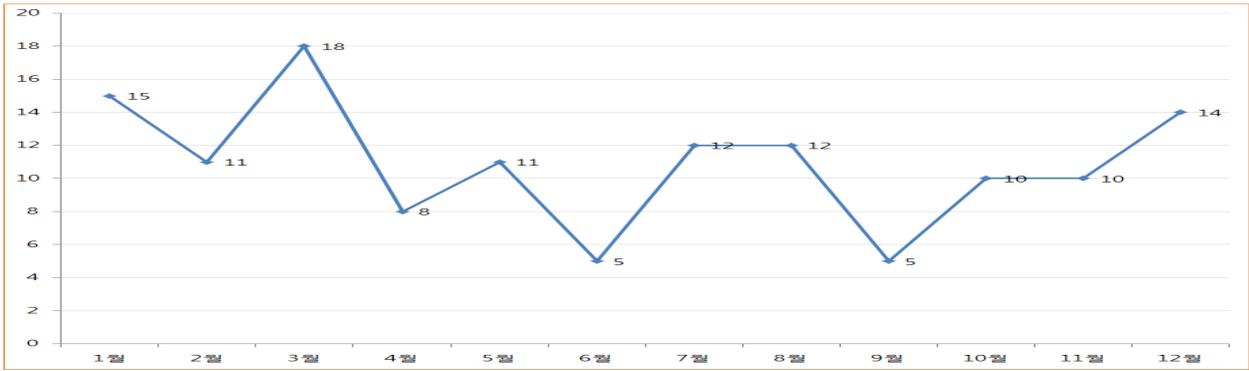


Fig. 5 Monthly Analysis for Obstacle

Fig. 6 은 서울메트로의 시간대별 장애분석으로 오전 침두시(07:00~09:00) 29건으로 오전 침두시 지연 및 운전장애가 집중된다. 지연 대책 활동으로 기동검수 대기방법 개선 및 관계직원의 집중 배치와 장애 발생시 신속한 조치가 요구 된다.

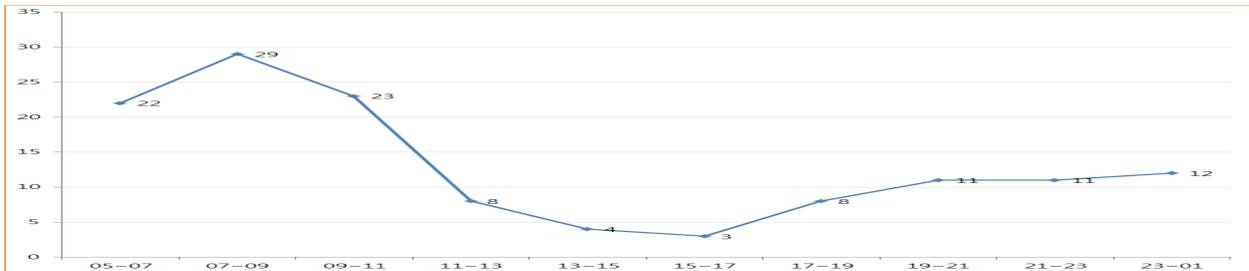


Fig. 6 Hourly Analysis for Obstacle

Table 4. Analysis for the Cause of Delay in line 4

| Year/Month | Total | Emergency Patient | Signal | electricity | Safe Door | Railroad Cars | Drivng | Others |
|------------|-------|-------------------|--------|-------------|-----------|---------------|--------|--------|
| 13/06      | 6(3)  | 2                 | -      | -           | 2         | 2(3)          | -      | -      |
| 13/05      | 12(1) | 2                 | -      | -           | 4         | 3(1)          | -      | 3      |
| 13/04      | 5     | -                 | -      | 1           | 4         | -             | -      | -      |
| 13/03      | 14(3) | 2                 | 1      | -           | 8         | 3(3)          | -      | -      |
| 13/02      | 25    | 1                 | 2      | -           | 17        | 2             | -      | 3      |
| 13/01      | 19(1) | -                 | 2      | -           | 15        | 2(1)          | -      | -      |
| 12/12      | 1(1)  | -                 | -      | -           | 1         | (1)           | -      | -      |
| 12/11      | 7     | 1                 | -      | -           | -         | 4             | 2      | 0      |

|       |       |   |   |   |   |      |   |   |
|-------|-------|---|---|---|---|------|---|---|
| 12/10 | 7(2)  | 2 | 1 | - | 3 | (2)  | 1 | - |
| 12/09 | 8(3)  | 2 | - | - | 4 | 1(3) | 1 | - |
| 12/08 | 11(4) | 3 | - | - | 2 | 3(4) | 1 | 2 |
| 12/07 | 5(1)  | 1 | - | - | - | 2(1) | - | 2 |

\*Reference : ( ) The number of Delay in KORAIL

**Table 4** 은 서울메트로 4호선의 5분 이상 지연원인 분석 표이다 이를 보면 1년간 총지연 (120)건 중 운전 5건, 신호6건, 기타10건, 안전문(PSD)60건 안전문(PSD) 관련 지연이 전체 지연 원인 중 50%를 상회 하고 있다. **Table 5** 은 승강장 안전문(PSD) 장애현황으로 1년간 총 승강장 안전문(PSD) 4,398건 장애에서 열림불량 장애 1,007건(22%) 닫힘불량 장애 2,198건 (50%) 전체 승강장 안전문(PSD) 장애 중 열림/닫힘 불량 장애가(72%)를 차지 하고 있다. **Table 4, Table 5**와 같이 승강장 안전문(PSD)에 대한 대책으로 정비 및 점검 담당지역 세분화와 출동시간 단축으로 장애 시 신속한 조치, 장애복구가 이루어 지도록 해야 한다.

**Table 5. The Status of Safe Door Trebles**

| Year/Month | Total | Operation Trouble | Open Trouble | Close Trouble | Display Trouble | Lighting Trouble | Contact Trouble | Others |
|------------|-------|-------------------|--------------|---------------|-----------------|------------------|-----------------|--------|
| 13/06      | 225   | 24                | 84           | 91            | 26              | 0                | 0               | 0      |
| 13/05      | 427   | 49                | 128          | 171           | 56              | 2                | 0               | 21     |
| 13/04      | 293   | 56                | 58           | 129           | 33              | 3                | 2               | 12     |
| 13/03      | 476   | 45                | 101          | 246           | 56              | 8                | 0               | 19     |
| 13/02      | 643   | 51                | 98           | 385           | 59              | 8                | 0               | 42     |
| 13/01      | 798   | 70                | 185          | 405           | 69              | 8                | 0               | 61     |
| 12/12      | 464   | 45                | 84           | 278           | 46              | 6                | 0               | 5      |
| 12/11      | 262   | 41                | 52           | 129           | 28              | 5                | 0               | 7      |
| 12/10      | 251   | 33                | 47           | 121           | 25              | 10               | 1               | 14     |
| 12/09      | 131   | 3                 | 35           | 65            | 12              | 3                | 0               | 13     |
| 12/08      | 199   | 18                | 54           | 91            | 15              | 4                | 1               | 16     |
| 12/07      | 229   | 24                | 81           | 87            | 22              | 5                | 0               | 10     |

**Table 6. Mean Delay time in Line 4 (Unit/Min)**

| Year/Month           | (AM)Peak-time(07:00~09:00) |                  | (PM)Peak-time (18:00~20:00) |                  |
|----------------------|----------------------------|------------------|-----------------------------|------------------|
|                      | Down/avg.                  | Up/ avg.         | Down/avg.                   | Up/avg.          |
| 12/03                | 4:14/4:26                  | 3:59/4:34        | 3:36/4:49                   | 3:22/5:00        |
| 12/04                | 4:17/5:15                  | 3:48/4:23        | 3:38/3:42                   | 3:41/4:43        |
| 12/05                | 4:28/4:31                  | 4:03/4:11        | 4:34/4:20                   | 3:41/4:02        |
| 12/06                | 3:26/3:50                  | 3:33/4:05        | 4:29/3:56                   | 3:20/3:44        |
| 12/07                | 3:24/3:48                  | 3:25/3:46        | 3:38/3:49                   | 3:24/3:38        |
| <b>Total Average</b> | <b>3:57/4:22</b>           | <b>3:45/4:11</b> | <b>3:58/4:07</b>            | <b>3:29/4:12</b> |

Table 6 와 Table 7 은 4호선 평균 지연시간과 4호선 주요역 평균 역정차 지연시간을 나타내는 표다 4호선 평균 지연시간은 4호선 주요역(창동역, 미아역, 한성대입구역, 동대문역, 동대문역사문화공원역, 충무로역, 서울역, 삼각지역, 충신대입구역, 사당역)의 정차시간 및 평균 지연시간이다. Table 6 , Table 7의 분석으로 당고개역 인상선, 사당역 Y선(Y<sub>1</sub>.Y<sub>2</sub>), 남태령역 Y선의 회차방식 개선 및 주요역 승객 승.하차 도움이 배치로 전동차 출입문 취급시 정차시간 단축 통한 열차지연시간 회복이 이루어 지도록 해야 한다.

**Table 7. Mean Delay time of Major Stations in Line 4 (Stoppage time: 30 sec, 단위/초)**

| Year/Month           | (AM)Peak-time(07:00~09:00) |                  | (PM)Peak-time (18:00~20:00) |                  |
|----------------------|----------------------------|------------------|-----------------------------|------------------|
|                      | Down/avg.                  | Up/ avg.         | Down/avg.                   | Up/ avg.         |
| 12/03                | 0:56/0:54                  | 0:57/0:54        | 0:56/0:54                   | 0:56/0:53        |
| 12/04                | 0:56/0:53                  | 0:55/0:53        | 0:55/0:53                   | 0:55/0:54        |
| 12/05                | 0:55/0:52                  | 0:55/0:53        | 0:57/0:53                   | 0:56/0:53        |
| 12/06                | 0:55/0:50                  | 0:55/0:53        | 0:56/0:52                   | 0:54/0:53        |
| 12/07                | 0:55/1:05                  | 0:55/0:53        | 0:54/0:53                   | 0:55/0:52        |
| <b>Total Average</b> | <b>0:55/0:54</b>           | <b>0:55/0:53</b> | <b>0:55/0:52</b>            | <b>0:55/0:52</b> |

### 3. 결론 및 향후 연구방안

서울메트로4호선은 당고개역에서 남태령역간 서울메트로구간, 선바위역에서 금정역간 과천선 구간 금정역에서 오이도역간 안산선구간은 철도공사 구간으로 서울메트로와 철도공사간 직통

운전구간으로 48개역 영업거리 71.5 km이다. 한성대입구역→혜화역(하선) 구간은 최고 혼잡률 180%로 서울메트로 평균 혼잡률 167%를 상회한다.

본 논문에서는 앞에서 본 10년간 운전분야 운전장애, 4호선 지연원인 분석, 승강장 안전문(PSD) 장애현황을 분석 해본 결과 지연장애 중 50%를 차지하는 승강장 안전문(PSD)장애 승강장 안전문(PSD)장애 중 72%를 차지하는 승강장 안전문(PSD) 열림/닫힘 불량률 해소 하면 지연장애를 줄일 수 있다는 결론을 내릴 수 있다.

첫째, 승강장 안전문(PSD) 열림/닫힘 불량률 해소 방안 제시로 승강장 안전문(PSD)정비 및 점검 담당지역 세분화 및 출동시간 단축을 제안 한다.

둘째, 전동차 장애 시 출동하는 기동검수원의 대기장소 및 대기방법 개선이다. 기동검수원은 4호선 경우 당고개역, 동대문역사문화공원역, 동작역에서 대기 한다 기동검수원의 침두시 대기방법을 한 장소에서 대기하다 출동하는 방식이 아니다 4~5개역으로 나누어 순회 하면서 점검하고 열차 장애 시 출동하는 방식으로 개선을 한다.

셋째, 주요역 승객 승.하차 도움이 배치로 전동차 출입문 취급시 정차시간을 단축할 수 있다.

넷째, 당고개역 인상선, 사당역 Y선( $Y_1, Y_2$ ), 남태령역 Y선의 회차방식 개선으로 열차지연시간을 단축 해야 한다.

본 논문은 10년간 운전분야 운전장애, 4호선 지연원인 분석, 승강장 안전문(PSD) 장애현황 등 서울메트로의 데이터 중심으로 분석 했다 후속 연구에서는 통계학적 분석이나 설문지 분석 및 시뮬레이션 분석 방법론을 추가 함이 좋을 것으로 사료된다.

## 참고문헌

- [1] Seong-Kun Cho, Jung-Hun Song, Il-Bong Jung, Jung-Soo Park (2013) A study on the way how to mitigate congestion on Seoul subway Line 2, *Journal of The Korean Society for Railway Journal*
- [2] Seoul Metro (2013) An Analysis of Operational Troubles, *Seoul Metro*
- [3] Seoul Metro (2013) Transportation Planning, *Seoul Metro*
- [4] Seoul Metro (2013) An Analysis of On-time Operation, *Seoul Metro*

(한국철도학회 정기학술대회 Full Paper Template 작성일: 2013.10.03)