

## 수도권 고속철도개통에 따른 고속선 병목구간 최적열차운행 체계 연구

### Development of Optimal Train Operation System in Bottle-neck Section According to the Opening of High Speed Railway in Seoul Metropolitan Area

전중근 · 정성봉\* · 남궁백규

Chunggeun Chun · Sungbong Chung · Baekkyu Namkung

**Abstract** New Opening of Suseo-Pyeongteak High Speed Railway (HSR) will be a new leap in the Korean railway history. However if this section of HSR line around Seoul Metropolitan Area opens, the confluence of new HSR and existing HSR line in Pyeongteak-Osong section will cause a bottle neck problem. In other words, the opening of Suseo-Pyeongteak HSR line will make the capacity of track reach the limit and the section of railroad between Pyeongteak and Osong will be saturated. This will also make such troubles as restricting the number of train which stops at Cheonan-Asan station. In this study, based on the train assignment theory of TVM430 signal system, the methods of calculating headway and number of train are reviewed and the plan for application of optimal operation pattern during peak hour between Pyeongteak-Osong section is also suggested. To remove the bottle neck problem in this HSR section, 3 alternatives are suggested and the expected effects and problems of each alternative are also analyzed. The results show that the troubles caused by excess of track capacity can be removed without any additional cost if the minimum headway in operating system for HSR is adopted in this section. In the future, if these alternatives are considered to the long-term plan for operating train and signal systems, this will improve the efficiency of train operation, which can remove the bottle neck in the HSR line.

**Keywords** : Excess of track capacity, Bottle neck , TVM430, Efficiency of train operation

**초 록** 수서-평택간 수도권과 호남고속철도 1단계사업이 2014년 말 개통됨에 따라 고속철도의 제2의 도약을 맞이하게 되었다. 하지만, 수도권 고속철도 건설기본계획에 준해 고속열차가 설정될 경우 수도권 고속열차와 기존 고속열차의 합류지점인 평택-오송 구간에서 고속선 선로용량의 최대치에 도달하게 되는데, 이로 인해 천안아산역의 정차열차 수를 제한을 받게 되며 장기적으로 열차수가 늘어나면 고속열차를 추가설정 할 수 없는 제약요인으로 작용이 예상된다. 본 연구는 고속선의 신호체계인 TVM430시스템의 열차설정 이론을 기초로 운행시격 및 열차횟수를 산정방법을 검토한 후, 첨두시간대 병목구간인 평택-오송간의 최적의 열차운행패턴 적용방안을 제시하였다. 또한 적용방안을 운영에 도입할 경우 기대되는 효과와 문제점을 대안별로 분석하여 현 여건에 맞는 단계적 정책대안을 제시하였다. 분석결과 현재의 고속열차 운영시스템에 최소운행시격을 설정하여 병목구간을 운행한다면 추가투자비용 없이 선로용량초과 문제를 해결할 수 있을 것으로 사료된다. 향후 중장기 열차운영계획 등에 대안들이 반영된다면 고속선 병목구간(MLP, Maxmum Load Point)해소 등 열차운영효율 향상에 기여 할 것으로 기대된다.

**주요어** : 선로용량초과, 병목구간(MLP), TVM430, 열차운영효율

## 1. 서 론

우리나라는 2004년 세계에서 5번째로 고속철도를 개통한 후 2010년에는 한국형고속차량 산천의 운행과 경부2단계구간(동대구-부산) 개통 등 지속적인 발전을 도모해 왔으며, 최근에는 신개념 고속차량인 HEMU430이 개발되어 시운전에 들어갔다. 또한 2014년 수서에서 평택까지 운행하는 수도권 고속철도 건설기본계획이 발표되었으나, 개통 후 경부고속선의 평택-오송구간에 나타날 수 있는 병목현상(MLP)에 대한

열차운행의 영향에 대해서는 아직 연구가 미미한 실정이다.

건설기본계획의 수송계획(pp.181~193)에서 2016년 고속철도 수송수요는 경부+호남 통과인원 기준으로 강남고속선 미개통시 1일 57,823명, 개통하면 103,029명으로 증가하는 것으로 예측하였으며, 서울-대전간 강남고속선 미확충시 1일 40,014명에서 개통하면 42,000명으로 증가할 것으로 예측하였다. 그러나, 경부고속선 천안아산역의 경우 1일 최대 128회의 열차를 운행하고 있으나, 수도권 고속철도 기본계획에서는 1일 158회의 고속열차를 운영하게 계획되어 있어 정차열차 설정패턴에 따라 최대운영횟수를 초과 할 수 있다. 특히 천안아산역의 경우 수도권 인접구간으로 천안아산-서울역간 35분 밖에 소요되지 않아 출퇴근 등 첨두시간대 이용인원이 급격히 증가할 것으로 예측되지만 선로용량 산정

\*Corresponding author.

Tel.: +82-2-970-6875, E-mail : sbchung@snut.ac.kr

©The Korean Society for Railway 2012

<http://dx.doi.org/10.7782/JKSR.2012.15.6.631>

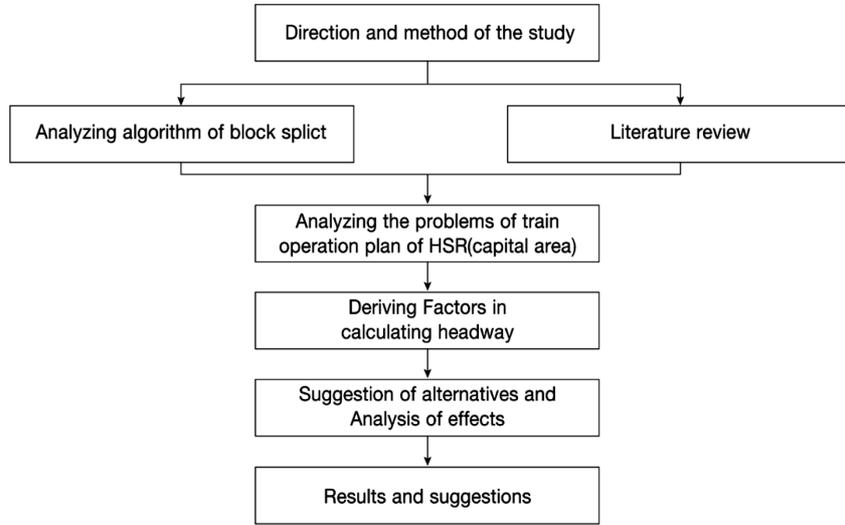


Fig. 1 Procedure of the study

적용시간 (16시간)기준 158회로 열차를 설정할 경우 평균 6분의 시격을 필요로 하고 있어, 첨두시간대 정차열차를 추가 투입 할 경우 열차설정의 제약요인으로 크게 작용하여 열차의 감축운행이 불가피하다. 따라서 본 연구에서는 고속선 신호체계인 TVM430 시스템의 열차설정 이론을 기초로 수도권 고속열차 기본계획에서 제시한 개통시점에서의 열차운영횟수를 기준으로 열차설정의 적정성을 검토하고, 특히 병목구간의 정차역인 천안아산역의 정차열차와 통과열차 설정시 열차간 지장시간을 기초로 첨두시간대 고속열차의 운행패턴을 검토하여 효과적인 열차설정 방안을 제시하고자 한다. 또한 경부고속선 병목구간인 천안아산역의 정차열차로 인한 운전시격의 확대로 열차설정의 한계에 도달할 수 있는 가능성을 진단하여 동구간의 선로증설 등 정책대안을 제시하고자 한다.

## 2. 본 론

### 2.1 운전시격 및 선로용량 산출방법 고찰

고속선의 폐색분할원리를 토대로 고속선 열차운전시격 및 선로용량 산출방법을 살펴보고자 한다. 국내고속선의 폐색

분할방식은 1992년 프랑스 TGV도입이 결정되면서 프랑스에서 운영 중 인 TVM430 폐색분할방식을 적용하고 있다. 일반적으로 TVM폐색분할은 여유폐색 구간설정, 최소운전시격 산출 그리고 열차선로용량산출의 순서로 이루어진다(Fig. 2 참조).

우선, 여유폐색구간 설정에는 열차제동 및 운전과 관련된 안전조건을 고려해야 한다. 안전한 고속열차 운행은 열차의 속도제어 기능과 직접적으로 연관되는데, 위급상황에서 비상 제동(Intervention braking)이 작동되어 위험위치(danger point) 이전에 열차를 정지시킬 수 있도록 설계되어야 한다. 또한 운전자의 제어기술은 운전자가 미리 정해진 제동력을 활용하여 열차를 정지위치에 정지시킬 수 있도록 신호예고 구간(Warning)을 두고, 속도제한지점 이전에 감속 운전을 수행할 수 있도록 해야 한다. 두 열차 사이에 필요한 여유 폐색구간은 Fig. 3과 같이 설정한다. 신호의 역할은 비점유 선로에서 열차를 안전하게 운행하도록 하는 것인데, 폐색구간 설정을 위해서는 선형 경고폐색구간, 정지폐색구간, 중복폐색구간, 열차(T1)의 길이 및 열차가 진출하는 순간의 신호변화를 감안하여 열차(T1) 진출지점에 있는 폐색구간(location)을 안전구역으로 확보하여야 한다.

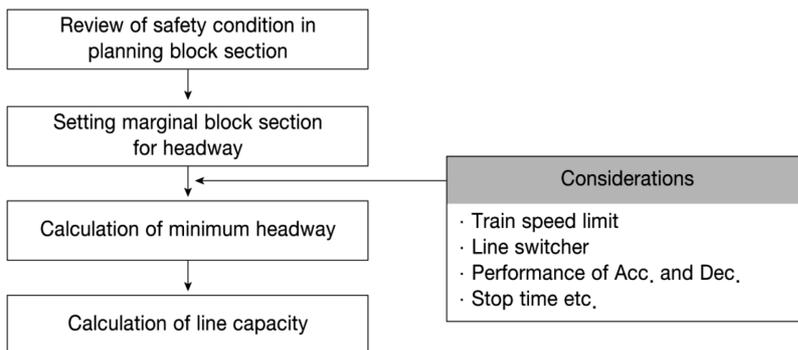


Fig. 2 Procedure of Calculating Headway and Railway Capacity

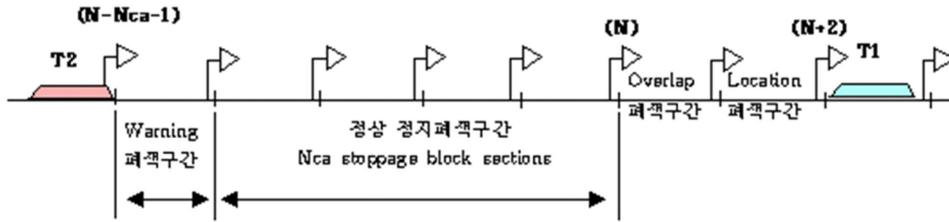
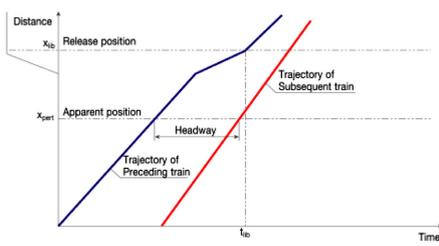
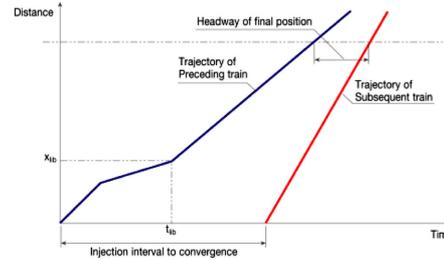


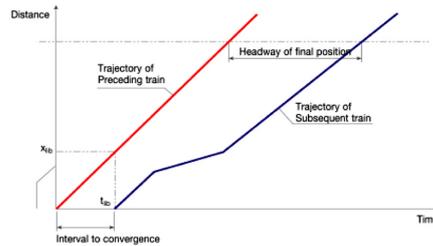
Fig. 3 Margin Block Section of HSR



1) Headway by Different entering Speed



2) Headway by Speed Limit and boarding time  
 Speed of Trains on same track



3) Headway by Different Operation

Fig. 4 Headway Type by Operating Conditions

둘째, 고속열차의 운전시격을 증가시킬 수 있는 요소로 Fig. 4와 같이 열차설정 제약요인을 설명하였다. 첫째, 분기점에서 서로다른 진입속도를 가지고 있는 열차의 합류로 인한 운전시격 증가요인을 들 수 있으며, 둘째, 정거장 진입, 진출 시 선로전환기 제한속도 및 정차 시간때문에 발생하는 시격증가요인, 마지막으로 운행속도가 다른 열차가 동일선로를 같이 다닐 때 운행속도의 차이에 따른 시격증가요인 등이 있다. 이중에 정거장 진입속도 제한에 의한 시격차이가 가장 크게 나타나며 이러한 요소는 선로용량을 감소시켜 열차설정의 제약 요인으로 작용한다.

열차간 최소운전시격은 이론상 비점유 선로에서 주행하는 첫 번째 열차가 5% 감속 된 설정 속도로 운행할 때, 첫 번째 열차가 받은 신호보다 더 제한적인 신호를 받지 않는 두 번째 열차간의 시격이며 다음과 같이 계산된다.

$$\text{운전시격} = (\text{신호예고구간} + \text{정지폐색구간} + \text{중복구간} + \text{안전 확보구역} + \text{열차길이}) / (\text{최대허용속도} \times 0.95)$$

이론상 고속선 최소운전시격 산출을 위해 평균폐색구간 길이는 고속차량의 제동거리와 여유거리, 안전을 고려하여

1500m를 적용하며 후속열차의 기관사가 반응이 없을 때를 대비하여 비상제동거리인 5~6개의 폐색구간에 여유구간 추가하여 7개 폐색구간을 열차간격으로 설정한다. KTX 20량 1편성을 400m라 할때 산출식에 의한 고속열차 최소 운전시격은 Table 1과 같다.

그러나, 고속열차 설정에 적용하는 최소운전시격은 고속선의 최소운전시격과 시발, 도중역에서 열차를 연속하여 도착, 출발시킬 때 발생하는 손실시분, 분기역의 신호취급시간 및 연결 선 속도제한 등을 고려하여 4분으로 설정 운영하고 있다.

마지막으로 선로용량은 폐색장치의 종류, 열차속도, 열차종별 열차회수, 정차시분,역간 운전시분, 대피설비의 유무, 구내 작업상황, 착발선로의 용량, 보안장치의 취급시분 등에 영향을 받는다. 등속운행을 하는 단일열차의 경우 고속선 선로용량 산정식은 아래와 같다.

$$\text{선로용량}(N) = \frac{f \times T}{h}$$

여기서,  $f$ 는 선로이용율(통상적으로 0.6 적용)이며,  $T$ 는 하

**Table 1** Minimum Headway of HSR

|               |  |
|---------------|--|
| Basic Formula | $(\text{Num. of block section}) \times (\text{Length of 1 block section}) + (\text{Length of preceding train}) / \text{Train speed} \times 0.95$ |
| Calculation   | $(7 \times 1500 + 400) \times 3.6 / 300 \times 0.95 = 138\text{sec}$ (2min 18sec)  |
| Applied Value | 138min + 15sec = 153sec (2min 33sec) (15sec : Lost time of signal confirmation)  |

루를 분으로 환산한 값(24×60 = 1,440분), 그리고  $h$ 는 최소 운전시격(분)을 의미한다. 일반적으로 ATP방식을 적용하고 있는 고속구간에서는 열차운전속도를 가급적 등속화 시켜서 열차를 평행 다이어 및 규격 다이어가 될 수 있도록 운용계획을 수립하면 선로용량을 극대화 시킬 수 있다.

**2.2 수도권 고속철도 개통에 따른 문제점 분석**

수도권 고속철도 건설계획은 수송수요가 계속 증가하고 있으나, 경부선 서울~시흥구간의 선로용량이 한계에 도달하고 2015년 호남고속철도 개통시 동구간의 선로용량을 초과하며, 고속 철도연계 건설계획을 감안하면 수도권 고속철도의 확충이 시급한 실정이므로 서울~시흥간 선로용량 부족해소와 수도권 동남부 지역에 대한 고속철도 수혜지역 확대를 통한 수도권 교통 혼잡을 완화하기 위해 추진하였다.

수도권 고속철도(수서~평택) 건설기본계획 보고서에서 제시한 Table 2의 수서~평택간 열차운영계획의 연도별 열차횟수(경부+호남 합계)를 보면 2016년에 편도기준 158회로 설정되었으며 운전시격은 평시 6.3분 첨두시간대 4.8분(평균 5.5분)으로 계획되어 있다.

수도권고속철도 개통시 경부고속선 선로용량 변화 변화측면에서 살펴보면, 현재 고속열차의 설정에 제약을 주는 구간은 서울~금천구청 구간으로 최대 선로용량은 128회를 설정(평균 6.75분)되어 있으며 2014년에 수서에서 평택간 수도권고속철도를 개통되면 고속열차가 서울과 수서에서 분산 출발하여 동구간의 병목현상도 해소될 것으로 예측된다. 그러나 평택~오송구간의 운행계획은 1일 편도 158회이며 고속선 최소열차시격인 4분보다는 여유가 있으나, 수도권고속철도와 경부고속철도의 합류지점의 운전시격손실 및 천안아산역의 정차열차 운영에 따른 운전시격 손실, 세종시 건설에 따른 오송역 열차횟수 증가요인 등을 고려하지 않았으므로 병목현상을 증가시킬 수 있어 열차설정의 제약조건으로 작용할 수 있으며 운전시격에 영향을 미치는 세부요인은 다음과 같다.

첫째, 수도권고속열차가 평택에서 현재의 고속선과 합류

하여 한 선로로 운행될 경우 평택접속구간에서 선행열차 통과 후 170KM/H 이하의 속도로 접속할 수 있다. 이 구간(6,790m)을 300KM/H로 통과하는 시간은 81초이며, 접속구간을 170KM/H로 진입하는 열차가 300KM/H에 도달시간은 142초이므로 두 열차의 운전시간 차이(61초)만큼 운전시격이 증가한다, 연속 300KM/H로 달리던 열차에 수도권 고속열차 51회(2016)년 기준 수서-대전 27회, 수서-호남 24회를 170KM/H 이하의 속도로 접속할 경우 열차시격이 증가(3,110초/일)된다. 다만, 출발역의 열차설정 시격이 최단시격보다 여유가 있을 경우 운전시격 증가폭이 감소될 수 있다.

둘째, 천안아산역에 정차하는 하행열차가 최고속도(300KM/H)에서 정차, 출발하여 최고속도 도달시간 7분40초가 열차를 지연시키는 요소로 작용하여 평택-오송구간에서 가장 운전시격이 커지는 곳은 천안아산역이 된다. 또한 천안아산역 정차열차를 전체열차의 50%수준인 79회 수준으로 설정될 경우 정차열차 수에 비례하여 운전시격이 크게 증가하게 된다.

마지막으로 오송역은 세종시의 건설과 맞물려 여객수요가 급격히 증가할 것으로 예측되나 대중교통수단의 연계성 및 거리상으로 접근성이 떨어지고, 정차열차 수(현행24회)가 천안아산역의 48%정도로 설정되어 있으며 세종시 건설이 완료되는 시점에서 출퇴근시간대 상 하행 각 8회 열차증설계획을 감안해 보더라도 천안아산역의 정차열차 수 보다 적게 설정되어 있다. 또한 역구내 배선구조상 진입, 진출측의 선로는 분리되어 있어 호남선 하행열차가 진입 할 때만 지장(2분22초)을 주게되므로 분기점에서의 시격증가와 비슷한 손실시분이 발생하여 천안아산역보다 운전시격 증가가 적다는 것을 알 수 있다.

**2.3 최대 운전시격 증가요인 해소조건**

천안아산역의 정차열차가 열차설정 제약요인으로 가장 크게 작용한다는 가설을 기준으로 열차설정 최적화방법 연구가 필요하다. Table 3은 현재 천안아산역의 1일(16시간)기준 148회 운행가능하나 열차설정횟수는 98회이며 이중 정차열차를 52%이상 설정하여 평균 6.45분시격으로 운행하고 있

**Table 2** Train Operation Plan of HSR (Sum Gyeongbu and Honam line)

| Year | Passenger(person) |       | Num. of train/1 way |      |       | Headway(min) |      | Num. of Train Required |           |
|------|-------------------|-------|---------------------|------|-------|--------------|------|------------------------|-----------|
|      | 1 day             | Peak  | Non-Peak            | Peak | Total | Non-Peak     | Peak | Gyeongbu(20)           | Honam(10) |
| 2016 | 95,473            | 7,556 | 133                 | 25   | 158   | 6.3          | 4.8  | 46                     | 37        |
| 2017 | 95,653            | 7,571 | 133                 | 25   | 158   | 6.3          | 4.8  | 46                     | 37        |
| 2018 | 95,834            | 7,585 | 133                 | 25   | 158   | 6.3          | 4.8  | 46                     | 37        |
| 2019 | 96,016            | 7,600 | 133                 | 25   | 158   | 6.3          | 4.8  | 46                     | 37        |
| 2020 | 96,198            | 7,615 | 133                 | 25   | 158   | 6.3          | 4.8  | 46                     | 37        |

**Table 3** Headway and Number of Trains at Cheonan-Asan Station (Sum of Gyeongbu and Honam line)

| Operating Pattern |                 | Descending Train |                   | Note  |
|-------------------|-----------------|------------------|-------------------|---|
| Preceding Train   | Following Train | Headway(min)     | Max. num of Train |   |
| Stop              | Stop            | 7.4              | 130               | Calculating headway based on the current operation pattern of high speed rail using TPS |
| Stop              | Pass            | 8.8              | 109               |   |
| Pass              | Stop            | 5.6              | 171               |   |
| Pass              | Pass            | 4.0              | 240               |   |
| Average           |                 | 6.45             | 148               |   |

Note) Number of train by operation patterns = 60/headway × 16 hour.(Korail,2011)

†TPS : Train Performance Simulation

고 1시간당 최대 열차운행횟수는 하행기준으로 8회를 운행하고 있다.

따라서, 수도권고속철도 기본계획에서 제시된 1일(16시간 기준) 158회의 고속열차 중 현재 정차열차를 설정하려면 50%의 열차를 천안아산역에 정차시키는 것과 운전시격을 6분이내로 하여 정차열차와 통과열차의 운행패턴을 최적화 하여야 한다.

## 2.4 열차운영계획 개선방안 및 대안별 효과분석

### 2.4.1 개선방안

단기적으로 한정된 선로조건에서 열차운행횟수를 증대시키는 방법은 다음과 같다.

첫째, 천안아산역의 열차운영패턴을 최적화하여 열차운행 효율을 극대화 시키는 방법이다.

Table 4에서는 천안아산역에서 1시간당 10개 열차(16시간 160회)를 평균시격 6.0분 이하로 최적배분하는 패턴을 제시하였으며, 천안아산역 정차열차는 첨두시간 기준으로 시간당 4개 열차 이상 설정이 어렵다는 가정이 성립된다. 그러나, 천안아산역의 경우 역세권 신도시의 확장과 서울로의 접근성이 좋아 출퇴근 수요가 급증할 것을 감안하면 첨두시간

대의 정차열차 증설요구가 많아질 것이 예상되므로 추가 대안의 검토가 필요하다.

고속열차 운행패턴을 최소운전시격으로 운행하려면 평균 운전시격보다 짧은 운전시격의 통과+통과 패턴과 통과+정차패턴의 열차를 늘리고, 운전시격이 긴 정차+통과 패턴과 정차+정차 패턴을 최소화 해야한다. 짧은 운행패턴을 유지하려면 1일 16시간 동안 평균시격 기준 으로 통과+통과 패턴은 열차수를 최대로 설정할 수 있지만 정차+통과 패턴(8.8분)의 경우 정차열차의 정지감속 시간+ 정차시간(통과열차의 통과 시간)+출발 후 최고속도 도달시간을 합쳐서 운전시격을 증가시키므로 후속열차 설정에 제약조건으로 작용하므로 정차열차를 증가시키려면 전체 열차횟수를 감소시켜야 한다. Table 5에서는 1시간당 천안아산역에 설정된 10개 열차에 대한 최적화된 열차운행패턴(평균6분 이하)을 제시였다.

아울러, 고속열차간 최단 운전시격을 유지하기 위해 운행시간을 규격화하는 방법이 있다. 동일속도로 운전하는 경우 열차간의 지장을 최소화하여 운전시격을 줄일 수 있으므로 통과+통과 패턴(4분)을 같은 시간대에 많이 설정하여 운전시간의 규격화하며 또한 동일구간에 동일 패턴의 열차에 대한 운전시간을 균일하게 설정하면 구간 운전시격을 최적화

**Table 4** Improvement Alternatives of Number of Trains for Minimum Headway at Cheonan-Asan Station

| Operating Pattern |                 | Alternative 1 |               |                    | Alternative 2 |               |                    |
|-------------------|-----------------|---------------|---------------|--------------------|---------------|---------------|--------------------|
| Preceding Train   | Following Train | Headway(min)  | Num. of train | Required Time(min) | Headway(min)  | Num. of train | Required Time(min) |
| Stop              | Stop            | 7.4           | 3             | 22.2               | 7.4           | 2             | 14.8               |
| Stop              | Pass            | 8.8           | 1             | 8.8                | 8.8           | 2             | 17.6               |
| Pass              | Stop            | 5.6           | 2             | 11.2               | 5.6           | 2             | 11.2               |
| Pass              | Pass            | 4.0           | 4             | 16.0               | 4.0           | 4             | 16.0               |
| Total(Avg.)       |                 | 5.82          | 10            | 58.2               | 5.96          | 10            | 59.6               |

**Table 5** Optimization Patterns of Train at Cheonan-Asan Station

(unit: min)

| Alt.1  | Pat.    | S-P | S-S | S-S | S-S | S-P | P-P | P-P | P-P | P-P | P-S | Average |
|--------|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------|
|        | Headway | 5.6 | 7.4 | 7.4 | 7.4 | 8.8 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 5.6     |
| Alt. 2 | Pattern | S-S | S-P | P-P | P-P | P-P | P-P | P-S | S-S | S-P | P-S | Average |
|        | Headway | 7.4 | 8.8 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 5.6 | 7.4 | 8.8 | 5.6 | 5.96    |

주) 통:통과열차, 정:정차열차 (선행열차-후속열차)

**Table 6** Effects and Problems of the Alternatives

| Improvements                                    | Additional Cost | Effects  | Problems   | Time Period |
|---|-----------------|--|--|-------------|
| Setting optimal operation Pattern               | 0               | Setting trains with Max. Capacity of track (10 per hour) | Reaching limit point in case of demand increase at peak time | Short Term  |
| Complex Train Operation                         | 33 billion won  | Increase of transport volume within track capacity       | Causing inefficiency in operating train                      | Short Term  |
| Construction of High Speed Track in Bottle Neck | 216 billion won | Relieving the limit of Bottle neck                       | Allocation of investment budget                              | Long Term   |

할 수 있다.

둘째, 복합열차를 운행하는 방안이 있다. 고속열차의 수송량은 증대시키면서 경부고속선 병목(MLP, Maxmum Load Point)구간에는 열차운행횟수를 늘리지 않는 방법으로 수송수요를 감안하여 KTX산천과 같은 10량 편성의 2개열차를 1개열차로 증편하여 병목구간을 복합열차로 운행하고, 동대구역(마산, 포항)과 익산역(목포, 여수엑스포)에서 분할, 합병하여 운행하는 방법을 고려할 수 있다.

셋째, 장기적 개선방안으로 침두시간대에 병목구간에서의 선로용량 한계에 도달할 경우 장기적인 정책과제로 평택~오송간 고속신설선 건설에 대한 검토가 필요하다.

#### 2.4.2 대안별 평가

이 절에서는 앞에서 제시한 열차운영계획의 개선방안을 토대로 각 대안별 효과를 개략적으로 살펴보았다. Table 6의 개선방안별 효과 및 문제점 비교 결과를 보면 수도권 고속철도 개통 시 열차설정을 최적화 하는 방법이 선행되어야 하며, 수송수요 증가로 천안아산역의 정차열차 설정이 어려울 경우 복합열차를 투입하여 병목구간의 열차설정 제약조건을 단기적으로 해소할 수 있다. 그러나 동 구간의 선로용량을 초과 할 경우 복복선 선로구축을 가장 효과적인 대안으로 제시할 수 있으며 고속선의 선로용량 제약으로 인한 병목현상을 완전히 해소할 수 있는 방법임을 알 수 있다.

먼저 선로용량 범위내에서 최적의 열차운행패턴을 적용하면 추가투자비용을 최소화하여 천안아산역의 정차열차 수요가 폭증하지 않는 범위에서 운영이 가능할 것으로 예측된다. 그러나 침두시간대에 천안아산역에 정차열차를 추가설정 하거나 50%이상의 열차를 정차시킬 경우 전체 열차수를 줄여야 하는 문제가 발생한다. 천안아산역의 경우 역세권 신도시 확장과 서울로의 접근성이 좋아 출퇴근 수요증가를 감안하면 침두시간대의 정차열차 증설요구가 많아질 것이다. 또한 고속선 전체 수송수요가 늘어나 추가 열차설정이 필요할 경우 평택~오송구간이 병목구간(MLP)으로 재부각되어 열차설정 한계로 작용된다는 점에서 장기과제에 대한 적극적인 검토가 필요하다.

둘째로 복합열차 운행방법은 선로시설을 개선하지 않고 차량으로 수송량을 증대시키는 방법이다. 단기적방법으로 선호되고 있으나 복합열차로 운영할 경우 증편운전으로 인한 차량의 제어장치 고장과 돌풍, 외류로 인한 차량파손 및 최고운행속도 제한을 수반하고 있으며, 도중열차 연결, 분리로 인한 사고유발 우려 등 운영상 많은 부담을 안고 있다. 아

울러 차량을 추가 구입해야 하므로 구입비용과 정비를 위한 시설투자 등이 감안되어야 하지만 선로용량 범위내에서 수송량을 극대화시킬 수 있어 한시적 효과를 거둘 수 있다. 셋째로 평택~오송구간(MLP)구간을 복복선으로 건설하면 선로용량이 지금보다 두배로 늘어나 병목구간(MLP)의 문제를 해소하는 효과가 있다. 장기적으로 고속열차를 수송수요 폭증여부와 관계없이 열차를 증설 할 수 있으나 향후 경제성 및 정확한 수송수요 예측을 통해 적절한 시기를 연구하여 투자효과를 높여야 하는 과제가 남아있다.

### 3. 결 론

수서~평택간 수도권 고속철도와 호남선 구간이 2014년 말 개통될 경우 선로용량 초과로 인해 고속선 일부 구간에서 병목구간이 발생하는 등 여러가지 문제가 제기되고 있다. 즉, 고속열차가 고속선 선로용량의 최대치로 운행될 경우 합류지점인 평택-오송 구간은 선로포화상태가 되는데, 이로 인해 천안아산역의 정차열차 수에 따라 열차설정의 제한을 받게 되며 특히 침두시간대 추가열차설정에 제약을 받게된다. 따라서 본 연구에서는 고속선의 폐색분할 알고리즘을 기본으로 운전시격을 산출하고 관련이론을 검토하였으며, 수도권 고속철도 건설기본계획 중 열차운영계획의 문제점을 분석하였고 병목구간의 발생원인을 검토하였으며 수도권 고속철도 개통 이후 병목구간(MLP, Maxmum Load Point)의 문제점을 해소할 수 있는 열차설정 대안을 제시하였고 대안별 효과분석을 통해 단기, 장기대책으로 구분하여 해결방안을 제시하였다.

특히 병목구간 중 천안아산역은 침두시간대 추가 열차설정에 제약을 해소하기위해 천안아산역의 정차-통과열차 설정의 최적화를 제안하고, 선로용량 범위내에서 수송량을 극대화하기 위해 복합열차를 운행하는 방안을 단기대책으로 제시하였으며, 선로용량을 초과하여 열차설정이 필요할 경우를 대비하여 장기 개선방안으로 병목구간의 열차설정 한계를 해소하기 위한 복복선 건설방안 등을 대안으로 제시하였다. 이러한 대안은 수송수요의 변화와 투자비용을 고려해 적용할 수 있도록 정책대안을 제시하였다. 따라서 향후 교통수요와 투자비용 및 그 효과를 고려하여 적시성 있는 투자계획을 수립하기 위한 연구와 수송수요 증가시 병목구간으로 인해 고속열차 운영의 제약이 도래하는 시점 등을 판단하기 위해서 철도운영 전문가들의 정확한 수요예측과 선로용량의 한계 등의 비교연구가 필요하다.

## 참고문헌

- [1] D.-S. Kim (2009) A Study on Improvement of Train Operation Efficiency in the Sestion of ATS, Dept.of Electronic Engineering, Graduate School of Industry Chungnam National University, pp.16-19.
- [2] W.-S. Lee (2009) A Study on the Operation of Express Train of the Seoul Metropolitan Subway Network, Dept. of Railroad Management & Policy Graduate School of Railroad Seoul National University of Technology, pp.23-39.
- [3] Y.-D. Choi (2006) An operational theory for a rapid transit rail way, Korail Human Resources Development Institute, pp.69-112.
- [4] H.-W. Kim et al. (2009) Measuring the Effectivency in Korean Railway Transport using Data Envelopment Analysis, *Journal of the Korean Society for Railway*, 12(4), pp.546-547.
- [5] A basic plan for construction of a rapid transit rail way in capital area (The Korea transport institute, 2009), pp.149-203.
- [6] A strategy for construction of KTX rapid transit rail way to make a future green contry (Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs, 2010), pp.4.
- [7] A measuring track capacity and a reserch on management to use railroad infrastructure effectively (Korea Railnetwork Authority, 2010), pp.218-289.

접수일(2012년 7월 12일), 수정일(2012년 10월 22일),  
게재확정일(2012년 10월 29일)

---

**Chunggeun Chun** : sset603@hanmail.net

Graduate School of Railroad, Seoul National University of Science & Technology, 232 Gongneung-ro, Nowon-gu, Seoul, 139-743, Korea

**Sungbong Chung** : sbchugn@snut.ac.kr

Graduate School of Railroad, Seoul National University of Science & Technology, 232 Gongneung-ro, Nowon-gu, Seoul, 139-743, Korea

**Baekkyu Namkung** : baekkyou@naver.com

Graduate School of Railroad, Seoul National University of Science & Technology, 232 Gongneung-ro, Nowon-gu, Seoul, 139-743, Korea