

통합형 전자폐색제어장치의 적합성 확인을 위한 현장시험

김영준¹, 백종현^{2*}

¹한국철도시설공단, ²한국철도기술연구원

A Field test of an Integrated Electronic Block System for verification of the suitability

Young-June Kim¹ and Jong-Hyen Baek^{2*}

¹Korea Rail Network Authority

²Korea Railroad Research Institute

요 약 열차를 안전하면서도 신속하게 운행하기 위해서는 항상 선행열차와 후속열차가 일정한 간격을 유지하면서 운행하여야 한다. 이를 위해 일정한 간격의 폐색구간을 설정하고, 열차의 안전운전을 위해 단일 폐색구간에는 1대의 열차만이 운행될 수 있도록 제어하는 폐색시스템이 필수적으로 요구된다. 기존의 폐색시스템은 신호기에 신호를 현시하는 계전기 방식의 자동폐색장치(ABS: Automatic Block System)로 구성되며, 이것은 연동장치를 통해 궤도회로 등 선로변 장치들과 연동된다. 연동장치의 경우 국산 전자연동장치로 교체되고 있지만, 폐색장치는 여전히 아날로그 방식의 계전기 형태를 사용하고 있으며, 다른 선로변 장치들과 독립적으로 설치된다. 따라서 기존의 폐색장치는 건설과 유지보수 측면에서 많은 문제점을 가지고 있다. 또한 현재 국내 기존선에 사용되고 있는 ABS와 선로변 전자장치(LEU: Lineside Electronic Unit)는 동일한 장소에서 동일한 신호 정보에 의해 열차를 제어하고 있음에도 불구하고 별개 시스템으로 분리되어 설치되기 때문에, 각 제품의 단가 및 유지보수 비용 측면에서 효율적이지 않다. 따라서 본 논문에서는 기존 폐색장치인 ABS에 통신 및 디지털 전자 기술을 접목시킨 통합형 전자폐색제어장치(integrated electronic block system)와 그것의 현장시험 결과를 소개한다. 현장시험은 1월초부터 8월말까지 8개월간 총 8번의 주기점검을 통해 시행하였으며, 이를 통해 개발된 전자폐색장치의 유효성과 적합성을 확인하였다.

Abstract For trains to run safely and quickly, the train should always follow the preceding train at a proper spacing. For this purpose, a certain distance between the stations is set for each block section. For the safe operation of trains in one block section, only one train service for an automatic block system is needed. The existing block system is composed an ABS(Ed note: Define ABS.), which is a linked track circuit and line sideway system through the interlocking system. The interlocking system is being replaced with a domestic electronic interlocking system. On the other hand, the block system still uses the relay format of an analog system, and is independently installed of the line sideway systems. Therefore, the existing block system has many problems in terms of construction and maintenance. In addition, the existing domestic line is used for ABS and LEU (Ed note: Define LEU.), which is installed separately, despite the train being controlled by the information of the same signal at the same location. This is not efficient in terms of each product price and the maintenance costs. This paper introduces an integrated electronic block system and the field test results. The field test was carried out through a periodic inspection performed eight times from January to late August.

Key Words : ABS(Automatic Block System), EBS(Electronic Block System), Train control, Maintenance

*Corresponding Author : Jong-Hyen Baek(KRRI)

Tel: +82-31-460-5441 email: jhbaek@krri.re.kr

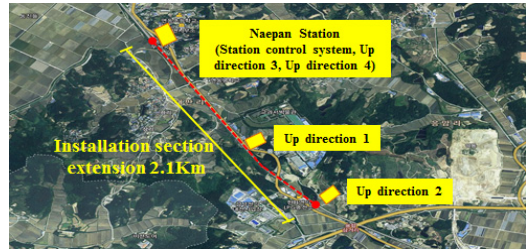
Received August 12, 2013 Revised (1st October 24, 2013, 2nd December 4, 2013) Accepted December 5, 2013

1. 서론

열차운행의 안전을 담당하고 있는 신호시스템의 경우 1980년대부터 사용되었던 ATS(Automatic Train Stop) 시스템을 기존선 고속화 계획에 따라 ATP(Automatic Train Protection) 시스템으로 개량하고 있으나 기존에 사용되고 있던 선로변 설비인 궤도회로와 계전기 형태의 ABS(Automatic Block System)는 구조나 형태, 기능이 변경 없이 사용되고 있다[1]. 더군다나 ATP 시스템으로 개량됨에 따라 열차운행 정보전송을 위한 발리스와 LEU(Lineside Electronic Unit)라는 선로변 설비가 추가로 설치되었다. 따라서 선로변에 분산 설치되어 있는 설비들의 유지보수성을 향상시키고 집중화하기 위한 필요성에 따라 통합형 전자폐색제어장치를 개발하였으며, 이러한 통합형 전자폐색제어장치는 계전기 로직 제어 방식의 ABS 기능을 전자제어방식으로 개선함으로써 해당 구역 내의 장치들을 집중 제어할 수 있다는 장점을 가진다. 또한 LEU를 포함할 수 있는 구조로 개발함으로써 선로변 설비들을 하나로 통합시킬 수 있도록 하였다. 통합형 전자폐색제어장치의 개발과정 및 성능시험에 대해서는 참고문헌 [2] 및 [3]에서 논의되었고, 본 논문에서는 통합형 전자폐색제어장치의 실용화를 위해 흑한기와 흑서기를 포함한 현장설치 시험에 대한 과정과 결과에 대해 분석한 내용을 제시하였다[4-6].

2. 현장설치 시험 개요

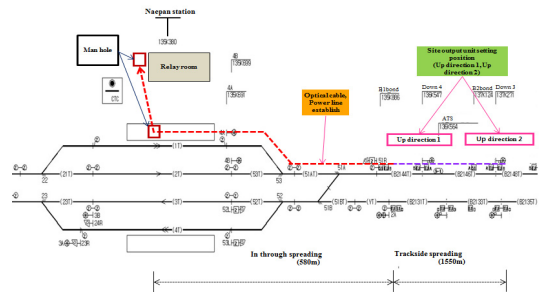
기존선의 운영효율성 및 안전성 향상을 위해 폐색장치를 포함한 선로변 신호 시설물들의 통합화가 가능하도록 개발된 전자폐색제어장치의 실용성을 입증하기 위해 현장설치 시험이 요구된다. 현장설치 시험은 Fig. 1과 같이 경부선 내판역~부강역 사이(내판역~상2호 폐색장치) 2.1km에 걸쳐 역 제어장치 2대와 현장 출력장치 4대(상1,2호 폐색장치 각 1대 및 내판역에 상3,4호 모의용 2대)를 기존 자동폐색제어장치(ABS)에 따른 열차운행에 지장을 주지 않도록 병렬로 설치하여 진행하였다. 현장설치에 따른 주요 시험 내용은 기존 자동폐색제어장치의 동작에 따른 데이터와 전자폐색제어장치의 데이터를 비교하여 동작을 검증하고 주기점검을 통한 성능 및 기능을 확인하는 것이다. 현장설치 시험은 흑한기인 1월 초부터 흑서기인 8월말까지 진행함으로써 장치의 운용에 따른 신뢰성 및 안전성에 대해서도 확인하였다.



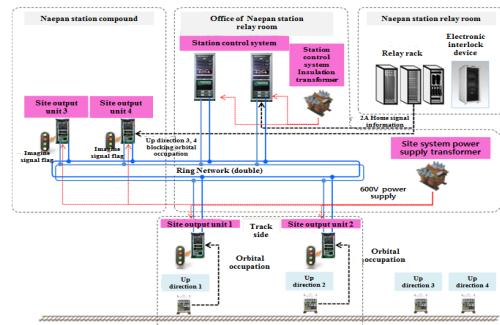
[Fig. 1] Field Test Section

3. 전자폐색제어장치의 현장설치

현장설치 시험 개요에서 언급하였듯이 전자폐색제어 장치는 역 제어장치 2대, 현장 출력장치 4대를 내판역 및 내판역~부강역 사이에 Fig. 2의 설치 도면에 따라 Fig. 3과 같이 구성하여 설치하였다. 장치들 사이의 케이블은 역구내에서는 트러프 내에 포설(580m)하고, 역간은 선로 변 보호관을 사용하여 포설(1550m)하였다. 또한 전자폐색제어장치를 설치함으로써 예상되는 소모 전력은 현장 출력장치 4대 설치 시 3,120W, 역 제어장치 2대 설치 시 304W, 총 소모 전력은 4,424W이었으나, 기존 운용 장치들의 동작에 영향을 주지 않도록 하기 위하여 별도의 변압기를 설치하여 연결하였다.



[Fig. 2] Schematic Diagram of Field Installation



[Fig. 3] Configuration of Field Installation

3.1 역 제어장치

전자연동장치와의 인터페이스를 통하여 현장출력장치들을 제어하기 위한 역 제어장치는 내판역 계전기 실 앞에 Fig. 4와 같이 내판역 및 부강역 모의용으로 2대를 설치하였다. 또한 Fig. 5와 같이 역 제어장치와 현장출력장치의 상태를 감시하기 위한 유지보수 화면을 설치하였다. 인터페이스를 통하여 현장출력장치들을 제어하기 위한 역 제어장치는 내판역 계전기 실 앞에 Fig. 4와 같이 내판역 및 부강역 모의용으로 2대를 설치하였다. 또한 Fig. 5와 같이 역 제어장치와 현장출력장치의 상태를 감시하기 위한 유지보수 화면을 설치하였다.



[Fig. 4] Station Control Unit Installed on the Naepan Station



[Fig. 5] Maintenance Monitor of Station Control Unit

3.2 현장출력장치

역제어장치의 제어 명령에 의해 현장 신호를 출력하고 상태감시정보를 역 제어장치로 전송하는 기능을 가진 현

장출력장치는 Fig. 1, 2에서 보여주었듯이 기존 상1호, 상2호 자동폐색제어장치 옆에 병렬로 Fig. 6 및 7과 같이 설치한 후 철제기초(60cm)를 40cm가량 매몰 후 고정하였다.



[Fig. 6] Installation of Up direction 1 Site Output Unit



[Fig. 7] Installation of Up direction 2 Site Output Unit

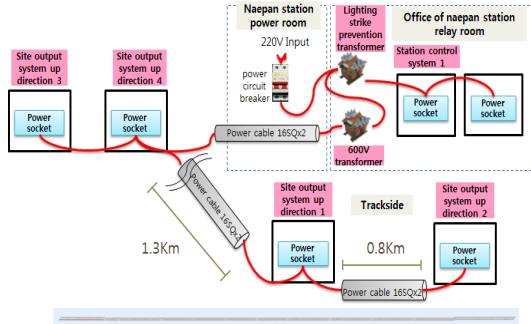
경부선 내판역~부강역 구간은 4개의 폐색제어장치가 설치되어 있지만 전원케이블 및 광케이블 등 현장설치 시험에 소요되는 비용을 절감하기 위하여 상3호, 상4호 현장출력장치는 Fig. 8과 같이 내판역 계전기실 건물 옆에 철제기초(30cm)를 콘크리트에 볼트로 고정한 후 설치하였다.



[Fig. 8] Installation of Up direction 3, 4 Site Output Unit

3.3 전자폐색제어장치 전원 설치

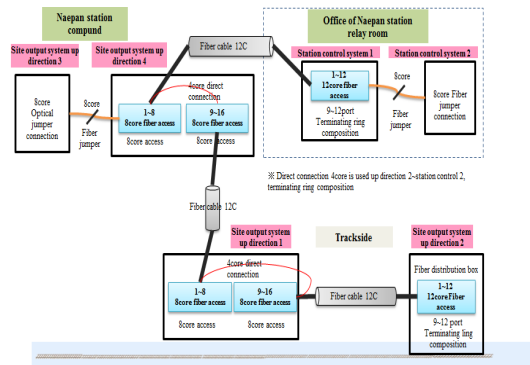
전자폐색제어장치의 현장설치 시험을 위한 전원 구성은 Fig. 9와 같이 역 제어장치 전원 공급용 낙뢰방지 변압기와 현장출력장치 전원 공급용 600V 변압기를 설치하여 내판역의 기존 운용 장치들과 전원을 분리하였으며, Fig. 2와 같이 현장출력장치 전원케이블을 포설하였다.



[Fig. 9] Power Line Configuration for Field Test

3.4 전자폐색제어장치 광통신 구성

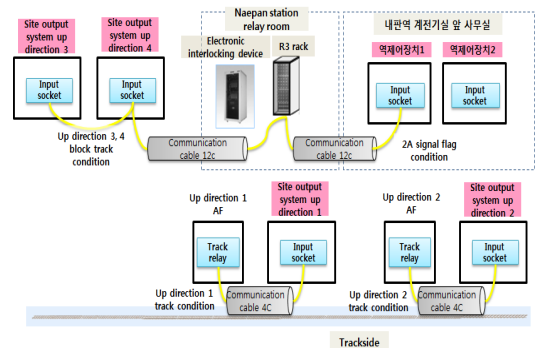
역 제어장치와 현장출력장치 사이의 광통신망은 Fig. 10과 같이 개별 장치 간 12코어 광케이블을 설치 후 광 스위치와 연결하여 링 네트워크로 구성하였으며, 2개의 광케이블 접속구간(상 4호, 상1호)에 12코어 케이블 중 마지막 4코어를 직결하여 말단 장치 간을 연결하였다. 12코어 중 8코어를 링 네트워크 주, 부회선 구성에 사용하고 4코어를 예비회선으로 활용하였다.



[Fig. 10] Optical Cable Configuration for Field Test

3.5 신호기 및 궤도회로 조건 결선

전자폐색제어장치와 신호기 및 궤도회로와의 조건 결선은 Fig. 11과 같이 내판역 전자연동장치 계전기 랙에서 장내 신호기 조건을 내판역 역 제어장치에 통신케이블을 사용하여 결선하였다. 내판역에 설치되는 상3호, 상4호 궤도회로 조건 또한 전자연동장치 계전기 랙에서 결선하였다. 이러한 계전기 랙 결선 시에는 기존 케이블과의 식별이 용이하도록 기존에 사용되지 않는 노란색 케이블을 이용하였다. 상1호 및 상2호 궤도회로 조건은 현장에 설치되어 있는 궤도계전기 랙에서 통신케이블을 사용하여 결선하였다.



[Fig. 11] Wiring Diagram of Electronic Block System

4. 현장설치 시험

전자폐색제어장치의 현장설치 이후 주기적인 점검을 통해 현장설치 시험 기간 동안 Table 1과 같이 성능 점검 및 기능시험을 시행하여 기능상에 변화가 없는지 확인하였다.

[Table 1] Item & Contents of Periodic Check

Section	Item	Check contents
Performance check	Appearance check	captive volts, connecter fasten condition, Appearance condition
	Inner part	contact composition, loose terminal, moisture, inner part temperature
	Communication test	Fiber communication condition check
	Supply power check	input power, UPS output power, rectifier output power condition
	Insulation resistance measurement	Insulation resistance condition measurement
function test	Station control system test	switching test, communication line switching test, recycling check, station control system control area test, output system control test
	Site output system test	switching test, track relay operational test, self control test, low rank signal revelation test

Table 1의 성능점검 및 기능시험뿐 아니라 기존 자동 폐색제어장치와 현장설치 시험 중인 전자폐색제어장치의 운영 데이터 분석 또한 필요하다. 이를 위해 Table 2와 같이 기존 자동폐색제어장치 동작에 따른 궤도회로 감시장치 기록 데이터와 전자폐색제어장치의 역 제어장치에 저장된 기록 데이터를 비교하여 궤도 점유에 따른 신호현시상태를 검증하였다.

[Table 2] Comparison Item & Contents of Logging Data

Track circuit monitoring device record data	Electronic block system record data
(1) Train occupation data (2) Track voltage data (3) Track obstacle & warning data (4) Condition output by time	(1) Track voltage data (2) Condition output by time: Condition output by time (track occupation, obstacle, system operating)

5. 현장설치 시험 결과

전자폐색제어장치의 현장설치 시험 결과는 앞에서 언급하였듯이 주기적인 성능 점검 및 기능시험과 아울러 궤도회로 감시장치 기록 데이터와 전자폐색제어장치의 역 제어장치에 저장된 기록 데이터 비교를 통한 궤도 점유에 따른 신호현시상태를 검증한 내용으로 구성하였다. 첫 번째로 주기 점검은 8개월의 시험기간 동안 총 8번 수행하였으며 그 결과는 Table 3과 같다. 주기 점검 초기에는 마더 보드 또는 접점 불량 등에 의한 보안을 하였으나 그 이후에는 정상 동작함을 확인할 수 있었다. 두 번째로 궤도회로 감시장치 기록 데이터와 전자폐색제어장치의 역 제어장치에 저장된 기록 데이터 비교를 통한 궤도 점유에 따른 신호현시상태를 검증한 결과는 Table 4와 같다. 주기 점검 4회째에 전자폐색제어장치와 궤도회로 감시장치 사이의 시간이 맞지 않아 궤도회로 감시장치 시간으로 맞춘 이후부터의 비교 데이터 분석 결과이다. Table 4에서 알 수 있듯이 전자폐색제어장치와 궤도회로 감시장치 사이의 동작에 있어서 몇 초의 제어출력시간 차이가 발생하지만 동일한 궤도점유와 신호현시를 수행하였다. 전자폐색제어장치와 궤도회로 감시장치의 기록 데이터 비교 결과 전자폐색제어장치는 1일 1회 내장된 GPS로 시간을 보정하지만, 궤도회로 감시 장치는 시간을 보정하지 않고 있으며 또한 설치 후 몇 년이 경과하여 PC시간이 조금씩 빨라지기 때문에 데이터 저장시간의 차이가 발생하였다. 또한 궤도회로 감시 장치는 통신방식이 멀티드롭방식을 사용하기 때문에 1개의 궤도회로 감시장치 본체와 현장 장치 간 통신 중에는 다른 장치가 대기 상태로 있어야 한다는 부분도 영향을 주었을 것으로 예상된다. 현장설치 시험에 소요되는 비용을 절감하기 위해 전자연동장치로부터 궤도회로 조건을 연결한 상3호 및 상4호 폐색은 현장의 궤도계전기가 낙하한 이후 내판역 전자연동장치에서 궤도회로 조건을 받기 때문에 궤도회로 감시장치 보다 약간의 지연시간 후에 전자폐색제어장치 궤도가 낙하하였다. 이와는 대조적으로 상1호 및 상2호 폐색의 경우에는 현장에 설치된 궤도계전기 점점으로 정보를 입력 받아 광통신으로 전송하기 때문에 빠른 반응을 보였다.

[Table 3] Result of Periodic Check

No	Check and Things to do
1	Installation of track-side cable laying and power facility Installation of station control system 2, Site output system 4 After installation, periodic checks performed (all right)
2	periodic checks performed : After replacing the motherboard of up direction 1, normal. Shorten the recording time of playback data updates and playback function of the station controller
3	periodic checks performed : Result of maintenance section confirmation, 3-4 occurrences orbit failure on the up direction 1. The reinforced double the track input contact, normal
4	periodic checks performed : Electronic block time and track circuit monitoring device time synchronization
5	Periodic checks performed : All right
6	Periodic checks performed : All right
7	Periodic checks performed : All right
8	Periodic checks performed : All right

Track circuit Level Detection System Data		Electronic Block Control System Data	
1	2012/04/19 10:15:30 Up 4 Stop aspect	1	2012/04/19 10:15:59 Up 4 Stop aspect
2	2012/04/19 10:16:01 Up 3 Stop aspect	2	2012/04/19 10:16:53 Up 3 Stop aspect
3	2012/04/19 10:16:25 Up 4 Caution aspect	3	2012/04/19 10:16:58 Up 4 Caution aspect
4	2012/04/19 10:16:34 Up 2 Stop aspect	4	2012/04/19 10:17:05 Up 2 Stop aspect
5	2012/04/19 10:16:58 Up 3 Caution aspect	5	2012/04/19 10:17:33 Up 3 Caution aspect
6	2012/04/19 10:17:02 Up 4 Attention aspect	6	2012/04/19 10:17:33 Up 4 Attention aspect
7	2012/04/19 10:17:14 Up 1 Stop aspect	7	2012/04/19 10:17:44 Up 1 Stop aspect
8	2012/04/19 10:17:39 Up 2 Caution aspect	8	2012/04/19 10:18:09 Up 2 Caution aspect
9	2012/04/19 10:17:39 Up 4 Deceleration aspect	9	2012/04/19 10:18:09 Up 3 Attention aspect
10	2012/04/19 10:17:39 Up 3 Attention aspect	10	2012/04/19 10:18:19 Up 4 Deceleration aspect
11	2012/04/19 10:18:06 Up 4 Progress aspect	11	2012/04/19 10:18:39 Up 1 Caution aspect
12	2012/04/19 10:18:06 Up 3 Deceleration aspect	12	2012/04/19 10:18:40 Up 2 Attention aspect
13	2012/04/19 10:18:06 Up 2 Attention aspect	13	2012/04/19 10:18:40 Up 3 Deceleration aspect
14	2012/04/19 10:18:06 Up 1 Caution aspect	14	2012/04/19 10:18:40 Up 4 Progress aspect
15	2012/04/19 10:18:43 Up 2 Deceleration aspect	15	2012/04/19 10:19:16 Up 1 Attention aspect
16	2012/04/19 10:18:43 Up 1 Attention aspect	16	2012/04/19 10:19:16 Up 2 Deceleration aspect
17	2012/04/19 10:18:46 Up 3 Progress aspect	17	2012/04/19 10:19:17 Up 3 Progress aspect
18	2012/04/19 10:19:23 Up 2 Progress aspect	18	2012/04/19 10:19:54 Up 1 Deceleration aspect
19	2012/04/19 10:19:23 Up 1 Deceleration aspect	19	2012/04/19 10:19:54 Up 2 Progress aspect
20	2012/04/19 10:19:55 Up 1 Progress aspect	20	2012/04/19 10:20:26 Up 1 Progress aspect
21	2012/04/19 10:20:09 Up 4 Stop aspect	21	2012/04/19 10:20:32 Up 4 Stop aspect
22	2012/04/19 10:20:36 Up 3 Stop aspect	22	2012/04/19 10:20:05 Up 3 Stop aspect
23	2012/04/19 10:20:43 Up 4 Caution aspect	23	2012/04/19 10:21:17 Up 4 Caution aspect
24	2012/04/19 10:21:08 Up 2 Stop aspect	24	2012/04/19 10:21:38 Up 2 Stop aspect
25	2012/04/19 10:21:17 Up 4 Attention aspect	25	2012/04/19 10:21:49 Up 3 Caution aspect
26	2012/04/19 10:21:17 Up 3 Caution aspect	26	2012/04/19 10:21:50 Up 4 Attention aspect
27	2012/04/19 10:21:45 Up 1 Stop aspect	27	2012/04/19 10:22:14 Up 1 Stop aspect
28	2012/04/19 10:21:53 Up 4 Deceleration aspect	28	2012/04/19 10:22:26 Up 2 Caution aspect
29	2012/04/19 10:21:53 Up 2 Caution aspect	29	2012/04/19 10:22:26 Up 3 Attention aspect
30	2012/04/19 10:21:53 Up 3 Attention aspect	30	2012/04/19 10:22:26 Up 4 Deceleration aspect
31	2012/04/19 10:22:28 Up 4 Progress aspect	31	2012/04/19 10:22:57 Up 1 Caution aspect
32	2012/04/19 10:22:26 Up 3 Deceleration aspect	32	2012/04/19 10:22:57 Up 2 Attention aspect
33	2012/04/19 10:22:26 Up 2 Attention aspect	33	2012/04/19 10:22:58 Up 3 Deceleration aspect
34	2012/04/19 10:22:26 Up 1 Caution aspect	34	2012/04/19 10:22:58 Up 4 Progress aspect
35	2012/04/19 10:23:06 Up 2 Deceleration aspect	35	2012/04/19 10:23:36 Up 1 Attention aspect
36	2012/04/19 10:23:06 Up 1 Attention aspect	36	2012/04/19 10:23:36 Up 2 Deceleration aspect
37	2012/04/19 10:23:06 Up 3 Progress aspect	37	2012/04/19 10:23:37 Up 3 Progress aspect
38	2012/04/19 10:23:42 Up 2 Progress aspect	38	2012/04/19 10:24:14 Up 1 Deceleration aspect
39	2012/04/19 10:23:42 Up 1 Deceleration aspect	39	2012/04/19 10:24:14 Up 2 Progress aspect
40	2012/04/19 10:24:14 Up 1 Progress aspect	40	2012/04/19 10:24:46 Up 1 Progress aspect

[Fig. 12] Comparison of Logging Data between Equipments

[Table 4] Comparison of Equipments Operating Time

No	Section	Track occupation comparison (seconds)	Signal revelation comparison (seconds)	Note
1	operation comparison	indistinction	indistinction	time synchronization between devices
	save time difference	0	0	
	operation time difference	0~3	0~4	
	real operation time difference	0~3	0~4	
2	operation comparison	indistinction	indistinction	track circuit monitoring device save time is continuous fast.
	save time difference	0	1	
	operation time difference	0~3	1~6	
	real operation time difference	0~3	0~5	
3	operation comparison	indistinction	indistinction	track circuit monitoring device save time is continuous fast.
	save time difference	5	6	
	operation time difference	5~7	6~9	
	real operation time difference	0~2	0~3	
4	operation comparison	indistinction	indistinction	track circuit monitoring device save time is continuous fast.
	save time difference	10	11	
	operation time difference	10~14	11~17	
	real operation time difference	0~4	0~6	

Fig. 12에서는 전자폐색제어장치와 궤도회로 감시장치의 신호현시 기록 데이터 비교 결과를 보여주고 있다. 두 장치 간 신호 현시 흐름을 보면 기존 궤도회로 감시장치는 일부 순차적으로 진행되지 않는 부분이 있는 반면, 전자폐색제어장치는 상1호부터 상4호까지 해당 조건에 맞게 순차적으로 진행되는 것을 알 수 있었다.

6. 결론

본 논문에서는 열차운행의 운영효율성을 향상시키기 위해 개발된 통합형 전자폐색제어장치의 현장설치와 시

험 결과를 통해 실제 현장에서의 적합성을 확인하였다. 전자폐색제어장치는 통합된 하나의 시스템 랙에서 기능을 동시에 수행할 수 있도록 함으로서 모듈 통합에 따른 장치구조의 간소화로 제품의 제조원가를 약 30% 절감시킬 수 있고, 장치 구조의 단순화 및 원격집중감시가 가능해짐에 따라 장치의 설치 및 유지보수에 소요되는 비용과 인력 및 시간을 현재의 10% 수준으로 현저히 감소시킬 수 있을 것으로 예상된다. 또한 장치의 동작 상태에 대한 지속적인 감시에 의해 장애분석 및 예방 등의 기대효과를 가질 수 있을 것이다.

References

- [1] Y. G. Kim, et al., "Development of the Strategy to Build the Optimized Signalling System for the Conventional Lines" Railway Technology Research & Development Project Final Report, Korea Railroad Research Institute, 2007.
- [2] Jong-Hyen Baek, Yong-Gyu Kim, Kang-Mi Lee, "The Study on Centralization & Electronic for Maintenance Efficiency of Ground Signaling System", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol.11, No.8, pp.2983-2988, 2010.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2010.11.8.2983>
- [3] Jong-Hyen Baek, Hyun-Jeong Jo, Yong-Gyu Kim, "The Development of Integration Electronic Block System for Maintenance Efficiency on Railway Wayside Signalling System", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol.13, No.9, pp.4171-4176, 2012.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2012.13.9.4171>
- [4] Y. Fukuta, G. Kogure, T. Kunifuji, H. Sugahara, R. Ishima, M. Matsumoto, "Novel Railway Signal Control System Based on the Internet Technology and Its Distributed Control Architecture", IEEE ISADS, March, 2007.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/ISADS.2007.53>
- [5] Nakamura, T. & Ihara, K, "The present situation and problems of train traffic control systems(in Japanese)", IEEJ Journal, Vol.124, No.5, pp.279-283, 2004
DOI: <http://dx.doi.org/10.1541/ieejjournal.124.279>
- [6] A. Mirabadi, N. Mort, F. Schmid, "Application of Sensor Fusion to Railway Systems", Proceedings of the IEEE/SICE/RSJ International Conference on Multisensor Fusion and Integration for Intelligent Systems, pp.185-192. 1996
DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/MFI.1996.572176>

김 영 준(Young-June Kim)

[정회원]



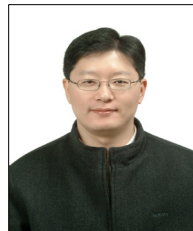
- 1985년 2월 : 홍익대학교 전자공학과 학사
- 2001년 8월 : 인하대학교 교통경영학과 석사
- 2008년 8월 : 서울산업대학교 철도전기신호공학과 박사과정 수료
- 1995년 2월 ~ 1995년 6월 : 한국철도산업기술연구원 주임
- 1995년 7월 ~ 현재 : 한국철도시설공단 부장

<관심분야>

전기철도, 철도신호, 철도정보통신

백 중 현(Jong-Hyen Baek)

[정회원]



- 1995년 2월 : 전북대학교 제어계측공학과 학사
- 1997년 2월 : 광주과학기술원 메카트로닉스공학과 석사
- 2009년 8월 : 전북대학교 메카트로닉스공학과 박사
- 1997년 1월 ~ 현재 : 한국철도기술연구원 무선통신열차제어연구단 TFT 책임연구원

<관심분야>

현대제어, 지능형시스템, 시스템엔지니어링