

## QC기법을 이용한 지하철 안전사고 감소에 관한 연구

-운행업무 개선 중심으로-

Uses QC, in about the subway accident decrement which techniques research

- In operation business improvement center -

이상휘\*<sup>†</sup>, 최상호\*

Sang Hwi Lee<sup>†</sup>, Sang Ho Choi\*

**Abstract** With 1,000 ten thousand Seoul public opinion feet for last 40 all Seoul metro to do the duty which public transportation is central (1~4 line operation) takes charge of the above 45% of the nationwide city rail traffic and it transports the citizen above average per day visitor 4,220,000 (2014) with the artery of the public transportation which is true to the name every Kim place to make do, it became. The result which analyzes the accident which occurs recently from the subway which the like this numerous people uses, the accident which is caused by with of visitor carelessness and crew member is the actual condition which is increasing rather. From the research which it sees consequently the accident which occurs from the subway it uses QC(Quality Control) techniques in the operation business center and it analyzes with under presenting boil in about safety supervision improvement plan.

**Keywords** : QC technique, accident and operation business, city railroad

**초 록** 1,000만 서울시민의 발로써 지난 40년간 대중교통의 중추적인 역할을 해온 서울메트로(1~4 호선 운영) 전국 도시철도 수송의 45% 이상을 담당하고 일 평균 이용객 422만(2014년) 이상 시민을 수송하는 명실상부한 대중교통의 동맥으로 자리매김 하게 되었다. 이렇게 수많은 사람들이 이용하는 지하철에서 최근 발생되고 있는 안전사고를 분석한 결과, 이용객 부주의 및 승무원의 미인지로 인한 사고는 오히려 증가되고 있는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 지하철에서 발생하는 안전사고를 운행업무 중심으로 QC(Quality Control)기법을 이용하여 분석함으로써 안전관리 향상 방안에 대해 제시하고자 한다.

**주요어** : QC기법, 안전사고, 운행업무, 도시철도

### 1. 서 론

도시철도는 다른 교통수단에 비해 수송효율이 매우 높으며, 일반시민의 생활권 내에서 일상

† 교신저자: 서울메트로 상계승무사업소(sh489@hanmail.net.co.kr)

\* 서울메트로 운전처

적으로 운행되면서도 저렴하고 편리한 이용환경을 제공하고 있다. 1,000만 서울시민의 발로써 지난 40년간 대중교통의 중추적인 역할을 해온 서울메트로는(1~4 호선 운영) 전국 도시철도 수송의 45% 이상을 담당하고 일 평균 이용객 422만(2014년) 이상 시민을 수송하는 명실상부한 대중교통의 동맥으로 자리매김 하게 되었다.

이렇게 수많은 사람들이 이용하는 지하철에서 최근 발생되고 있는 안전사고를 분석한 결과, 안전관계 시설의 증설과 보완을 통하여 각종 민원 및 사고는 많이 감소되고 있는 추세이나 이용객 부주의 및 승무원의 미인지로 인한 사고는 오히려 증가되고 있는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 지하철에서 발생하는 안전사고를 운행업무 중심으로 QC(Quality Control)기법을 이용하여 분석함으로써 안전관리 향상 방안에 대해 제시하고자 한다.

## 2. 본 론

### 2.1 지하철 안전사고 현황

#### 2.1.1 서울메트로 안전사고 연도별 발생현황

지하철에서 발생한 시민고객 안전사고는 발생 요인별로 계단전도, 대합실 전도, 승강장 전도, 연단실족, 열차내 전도, 출입문 관련, E/S 관련, E/V관련, 안전문 관련 사고로 구분 할 수 있다. 전체항목 중 출입문 관련, E/S 관련 사고가 안전사고의 다수를 차지하며, 발생빈도가 높아 중점관리가 필요한 시점이다.

Table 1 Accident year by occurrence present condition(2015 Seoul metro business department)[1]

구분	계 (건수)	계단 전도	대합실 전도	승강장 전도	연단 실족	열차내 전도	출입문 관련	E/S 관련	E/V 관련	안전문 관련	기타
'10년	638	84	25	35	34	48	227	120	2	9	54
'11년	579	75	24	15	55	43	190	113	7	1	56
'12년	695	76	36	31	54	68	246	139	9	6	30
'13년	618	81	34	32	65	48	180	107	7	3	61
'14년	425	23	18	21	50	49	165	54	5	-	40

위 표에서 보듯이 최근 5년간 평균 591건의 안전사고가 발생하였는데, 안전사고 중 운행업무와 관련된 열차내 전도와 출입문 관련 안전사고 항목이 약46%로 발생빈도가 높게 나타나고 있다.

#### 2.1.2 안전사고 원인

열차 내 전도사고의 사고원인은 열차 출발 시 승강장 안전문(PSD) 열림 표시로 인해 비상제동이 체결, ATO/ATC 신호시스템 불일치 등으로 비상제동 체결, 역 진입 시 지정속도 초과 및 정차위치 지나칠 것을 우려 제동체결, 손잡이를 안 잡은 상태에서 급정차로 전도 또는 의자 등에 부딪쳐 부상 당하거나 안경 훼손, 열차 내 이동 중 넘어지는 사고, 노인승객 증가에 따른 고객

부주의에 의한 사고였으며, 열차 출입문 사고 원인은 고객들의 무리한 승 · 하차, 부주의한 열차 이용 습관, 가방끈, 쇼핑백 등 얇은 물체가 출입문에 낄 경우 감지 못함, 승강장 계단과 열차 출입문과의 거리가 가까워서 발생, 승무원이 승차하는 승객을 발견 못하고 출입문을 닫아 발생, PSD 안전문은 통과 하였으나, 열차 출입문은 통과하지 못하여 사고가 발생하고 있었다.

### 2.1.3 안전사고 유형 및 특성

열차 내 전도사고는 급정차나 급출발로 넘어졌다고 주장 건(53%), 본인 부주의에 의한 부상(35%), 타 승객과 접촉 또는 부딪혀서 부상(12%)등 열차 내 전도사고는 2호선에서 가장 많이 발생하며, 사고 1건으로 피해보상비가 많이 발생하는 특성이 있었다. 또한 열차 출입문사고는 무리한 승 · 하차로 인한 출입문에 끼임 사고(40%), 본인부주의에 의한 사고(37%), 승 · 하차시 밀려서 발생한 사고(9%)였으며 2호선에서 집중적으로 발생하였고, 출 · 퇴근 시간대뿐 아니라 낮 시간에도 많이 발생하고, 저녁 · 밤 시간에도 지속적으로 발생하고 있었다.

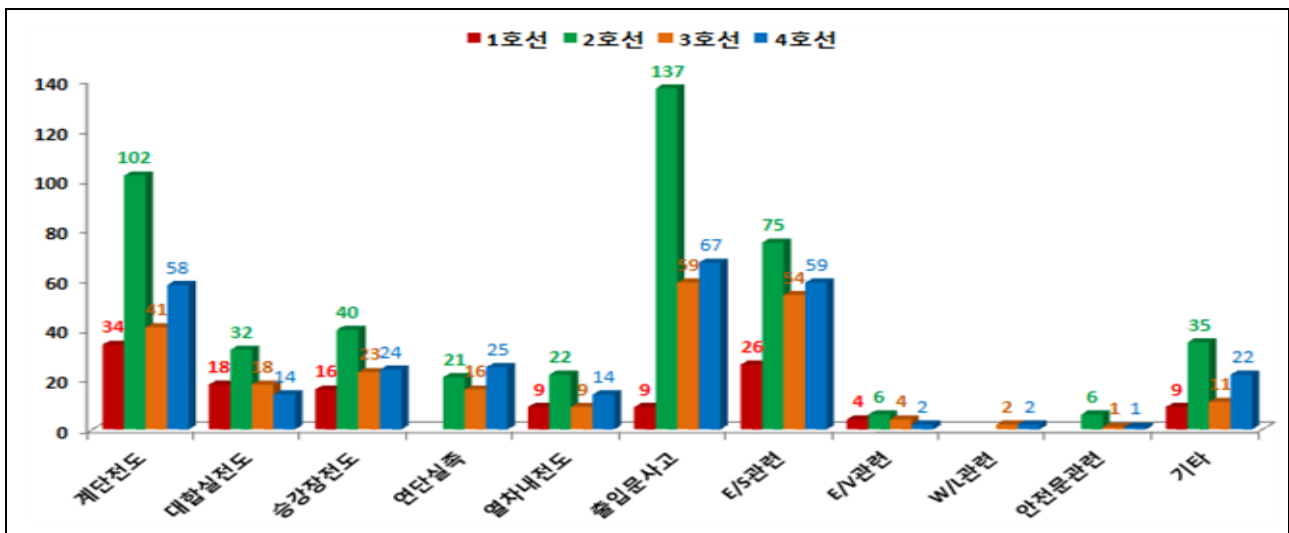


Fig. 1 Line by accident occurrence present condition

### 2.1.4 QC(Quality Control) 기법

품질관리로 기업 자체의 필요성에 의해 자율적으로 추진되는 품질관리를 위한 실시기법과 활동이며, QC에서 말하는 품질은 생산 중심적 내지는 제품 중심적 사고와 관리 기법을 말한다. 또한 QC는 QM의 성공적 수행을 위한 관리기술의 하나이기도 하다. QC기법으로는 파레토, 특성요인도, 체크시트, 히스토그램, 산점도, 층별, 그래프 등이 있으며, QC 7가지 도구는 테이타의 기초적 정리방법으로 널리 사용되는 것들로서 현장에서 가장 많이 사용하고 있는 품질개선활동 도구이다.

그 중 파레토 도표는 이탈리아 경제학자 Alfred Pareto의 이름을 딴 것으로 제조업이나 서비스업의 경우 문제를 발생시키는 원인이 많더라도 대부분의 문제는 소수의 원인 때문에

발생한다. 이처럼 문제의 원인은 ‘사소한 다수(trivial many)’ 와 ‘중요한 소수(vital few)’ 로 분류할 수 있다. 중요한 20%의 원인이 전체 문제의 80%를 발생시키기 때문에 이것을 특히 “20:80의 법칙” 이라고도 한다.[2]

## 2.2 분석방법

### 2.2.1 안전사고 발생현황

서울메트로 4호선 47개 편성(운행 43개 편성), 48개역을 대상으로 2015년 6월 현장조사를 실시하여 안전사고 현황을 분석하였다.

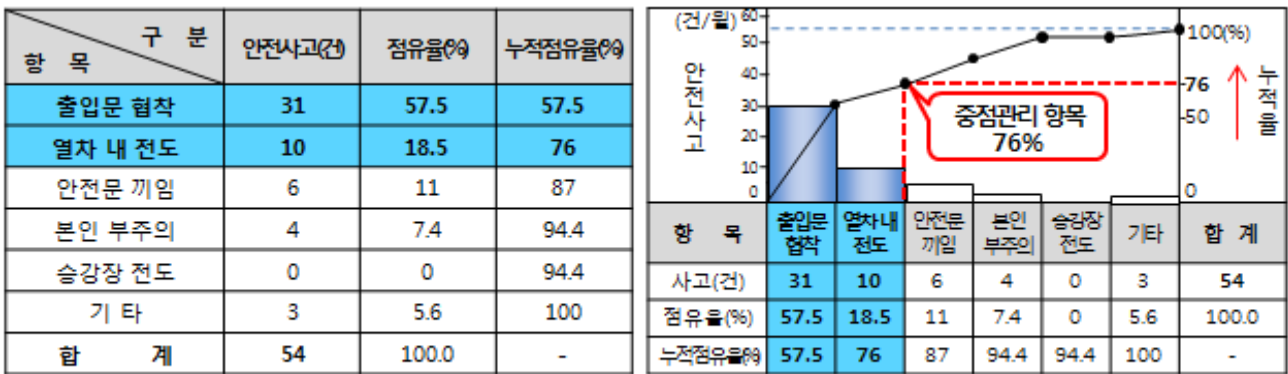
Table 2 Accident occurrence present condition (4 line and June)

항목 \ 일자	6/1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	합계
출입문 협착	0	1	1	0	1	3	1	1	1	1	1	2	2	1	1	2	1	2	1	0	2	1	0	0	1	1	0	0	1	2	31
열차 내 전도	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	10	
안전문 끼임	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	6
본인 부주의	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	4
승강장 전도	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
기 타	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	3
합 계	1	1	2	1	2	3	1	2	1	2	1	3	2	2	3	2	2	3	2	2	3	1	3	1	2	2	0	0	2	2	54

### 2.2.2 QC(Quality Control)기법 분석

지하철 안전사고 발생 파레토도를 항목별 분석한 결과, 출입문협착과 열차 내 전도 항목이 전체항목 중 76%를 차지함으로써, 중점관리 항목으로 선정하였다.

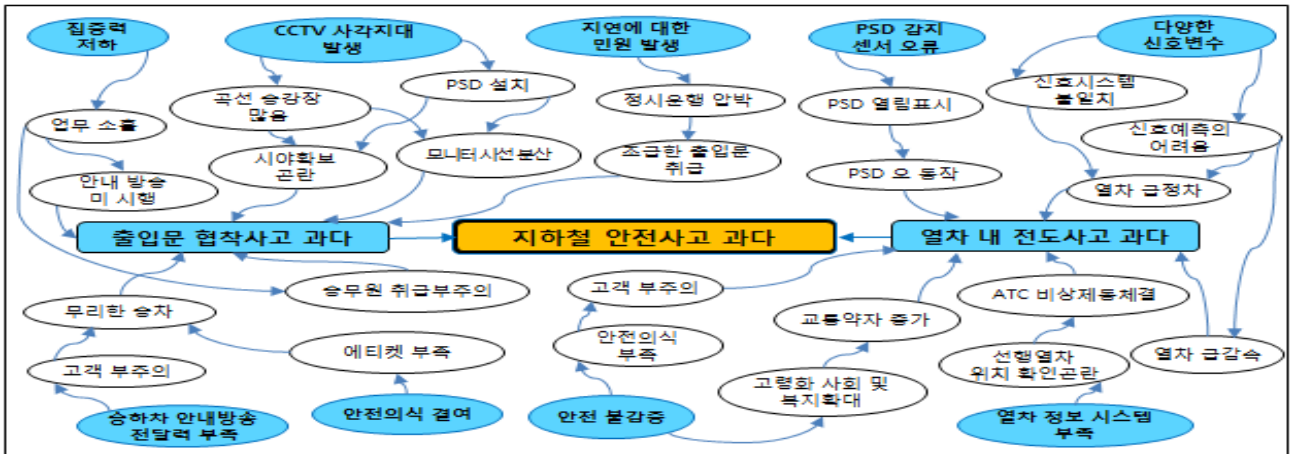
Table 3 Accident occurrence by pareto diagram analysis



※ 출입문 협착, 열차 내 전도 항목이 전체 항목 중 76% 점유로 중점관리 항목으로 선정하였으며, 항목별로 세부조사 하고자 함

원인분석 단계에서는 2가지 중점관리 항목을 특성으로, 지하철 안전사고 과다원인에 대한 연 관도를 작성하였고, 출입문 협착사고 5가지 요인과 열차내 전도사고 4가지 요인으로 분석하였 고 이를 우선 순위화하여, 9가지 주요요인을 선정, 계통도로 정리 하였다.

Table 4 Linkage diagram analysis



## 2.3 대책구성

Table 5 Important VIP system diagram

특성	유형	항목	1차 요인	2차 요인	3차 요인
지하철 안전사고 과다	무관 승객	사람	무리한 승차	에티켓 부족	안전의식결여
		환경	시야확보 곤란	고객 부주의	승하차안내방송전달력 부족
		운용	모니터 시선 분산	곡선 승강장 많음	CCTV 사각지대 발생
			조급한 출입문 취급	PSD 설치	지연에 대한 민원 발생
			안내방송 미시행	정시운행 압박	집중력 저하
		승무원 취급 부주의	업무 소홀	안전 불감증	
	급정차	사람	고객 부주의	안전의식 부족	열차 정보 시스템 부족
		환경	교통약자 증가	고령화 사회 및 복지확대	PSD 감지센서 오류
		운용	ATC 비상제동 체결	선형열차 위치 확인곤란	다양한 신호변수
			PSD 오 동작	PSD 열림 표시	
			열차 급정차	신호시스템 불일치	
		열차 급감속	신호예측의 어려움		

### 2.3.1 대책선정 과정

대책수립 계통도를 통해 9개 주요요인에 대하여 효과성, 경제성, 기술성 항목에 대해 누적 점수로 4가지 개선안을 최종 채택하였고, 동점이 발생할 경우 시급성 우선을 원칙으로 순위를 정하였다.

### 2.3.2 개선안

#### 2.3.2.1 표준방송 수첩 매뉴얼 활용

출입문 사고의 대부분은 이용승객의 안전의식 결여에 의한 무리한 승,하차로 발생하며, 승무원의 상황에 따른 적절한 안내방송 미 시행으로 협착사고 및 민원이 발생하고 있다. 문제점을 살펴보면 승무원간 안내방송 편차가 있으며, 방송문안이 상이해 만족도와 업무 효율성이 떨어져, 적극적인 홍보방송 미 실시로 민원이 다수 접수되고 있었다.

따라서, 표준화된 방송 문안(표준방송 매뉴얼)과 휴대성을 고려한 방송수첩을 제작, 승무원이 표준화된 감성방송을 수시로 시행하여, 고객 안전사고 감소와 더불어 승무원 만족도가 향상 될 것으로 판단되었다.

Table 6 Crew member doorway handling order




- Fishbone Diagram로 주요요인 4개 선정			CCTV 육안확인	안내방송 시행	출입문 취급
연번	주요 잠재인자	비율			
1	상황 별 방송문안 부재	30%	※ 승무원 출입문 취급 순서		
2	안내방송 미실시	25%			
3	휴대 불편 및 분실우려	25%			
4	방송수첩의 노후화	20%			

Table 7 The standard broadcasting whip new the application which will freeze

개선 전	개선 후
 <p>※ 개별 방송문안</p>	 <p>※ 표준방송 수첩 제작</p>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 승무원 편차 →개인별 방송문안 차이</li> <li>2) 방송 메모 휴대 불편 →비 효율적인 업무수행</li> <li>3) 상황에 따른 안내방송 미흡 →끼임사고 및 민원발생</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 승무원 편차 감소 →표준화된 감성방송 시행</li> <li>2) 방송수첩 활용 용이 →효율적인 업무수행</li> <li>3) 승무원 만족도 향상 →끼임사고 및 민원감소</li> </ol>

### 2.3.2.2 승강장 역 별 특성파악 및 주의표시

지하철 환승역, 곡선역 등 특정역에서 안전사고 및 출입문 민원발생 빈도수가 높게 나타나고 있었다. 따라서 승강장 사각지대 현장조사를 통해 역사 별 특성 및 문제점을 파악하였다.

특정역에서 시설물로 인해 이용승객의 승·하차 확인이 곤란하였으며, CCTV 카메라 각도 조절 미흡으로 사각지대가 존재하였다. 개선으로 첫째, 민원발생 사각지대를 조사하고 둘째, 관련부서 CCTV 카메라 각도 수정을 요청하였으며, 셋째, 승무원 관찰용 모니터에 사각지역을 표시하여, 승무원이 주의하여 출입문을 취급하도록 하였다.

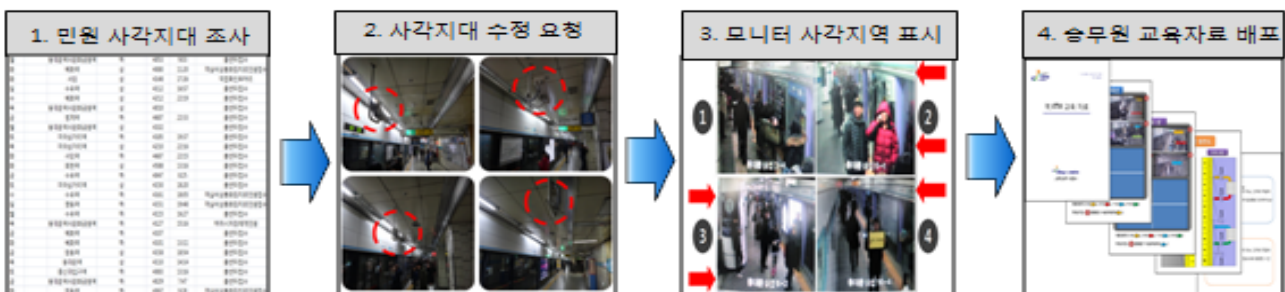


Fig. 2 Dead zone improvement process





Fig. 3 Dead zone monitor display

### 2.3.2.3 ATC 급제동 개선

ATC 신호방식은 지상신호가 없고 차내 신호방식으로 되어 있어, 운행 중 신호변경 사항을 미리 예측 할 수 없으므로 제한속도 초과로 ATC장치에 의한 상용 만 제동(6~7Step)이 갑자기 체결되어 승차감 저하 및 열차 내 전도사고가 발생한다. 따라서 운행 기록부 분석 및 영향도 분석을 통해 개선안을 도출하였다. 운행 중 속도 코드가 급변하는 5개 지점을 파악 후, 해당구간 기관사가 예측운전이 가능 하도록 속도코드를 개선 하였다.

즉, ATC 신호 모드를 개선 전 70에서 25모드로 급격한 신호 변화에서 앞 역에 열차가 있을 때는 60에서 25모드로 변화 되도록 하여 열차 충격을 줄일 수 있었다.

Table 8 Cause analysis and countermeasure establishment

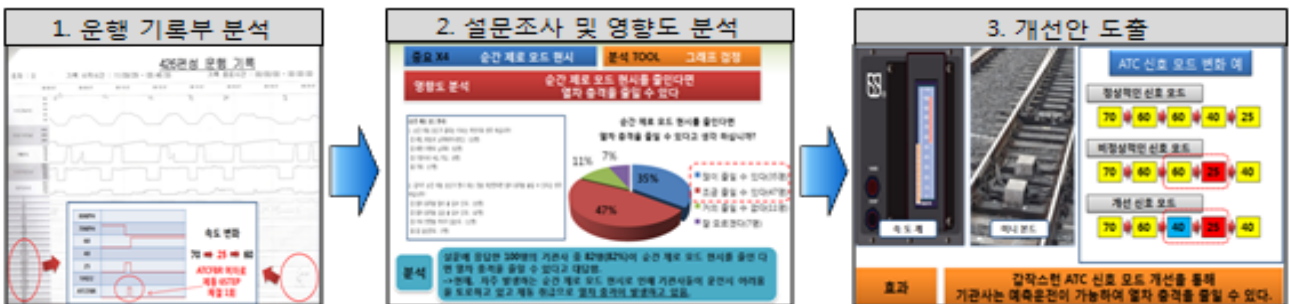
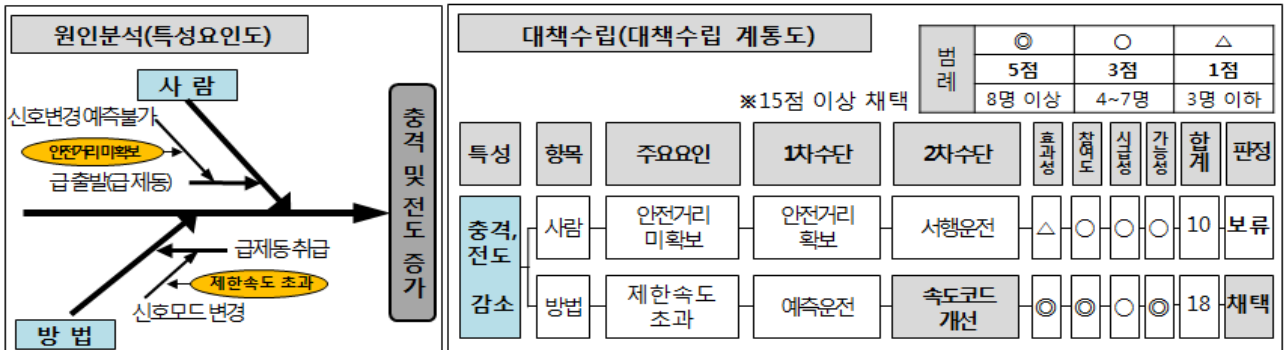


Fig. 4 Effect analytical and improvement escape

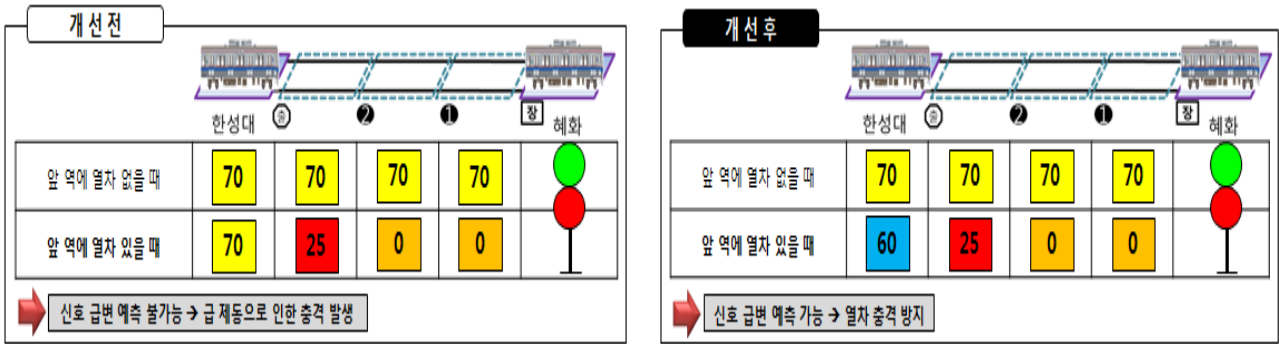


Fig. 5 Speed cord improvement

### 2.3.2.4 충격방지 예고 위치표시

종착역 급 정거로 인하여 열차 내 전도사고 및 다수의 민원이 발생되어 종착역 ‘ATC 0모드’ 현시지점을 파악하여 안전운행 표지판을 설치하여 ATC 급 제동을 방지하도록 하였으며, 종착역 진입 전 급 정거 안내방송을 실시하여 승객 전도사고 및 민원을 예방하였다.

Table 9 Shocking prevention countermeasure establishment

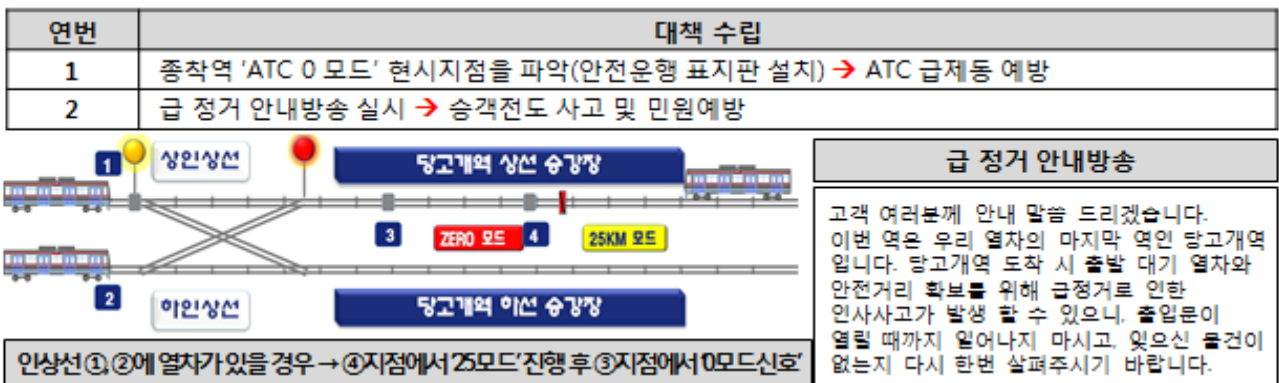


Fig. 6 Sudden stop guidance broadcasting and safe operation clock establishment

## 2.4 개선전, 후 지하철 안전사고 발생 분석



### 2.4.1 지하철 안전사고 결과분석

QC기법을 이용하여 운행업무 개선을 통한 지하철 안전사고를 감소 시켰으며(2015년 8월), 분석결과를 요약해 보면 다음과 같다.

Table 10 Accident occurrence present condition (4 line and August)

항목 \ 일자	8/1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	합계
출입문 협착	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	2	0	0	0	12
열차 내 전도	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
안전문 끼임	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
본인 부주의	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3
승강장 전도	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
기타	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4
합계	1	2	0	0	1	1	1	0	1	0	2	2	2	0	1	2	1	1	2	1	1	1	1	0	0	0	3	0	0	0	27

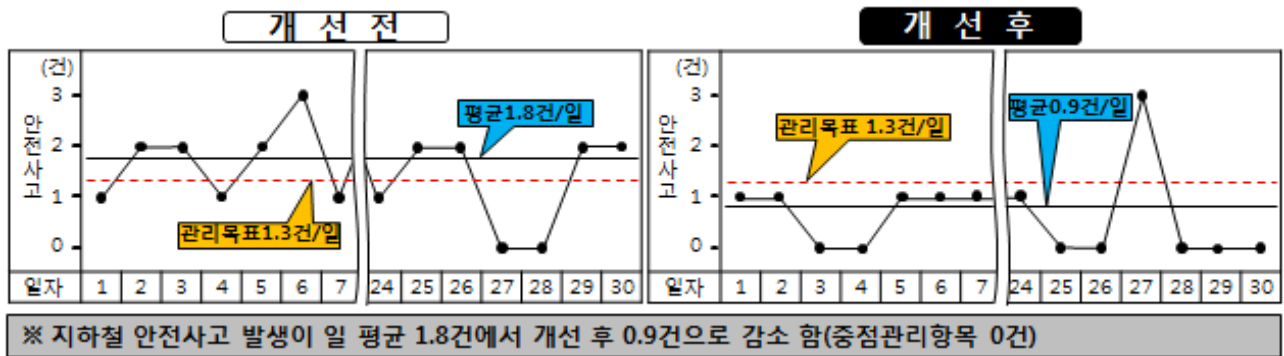
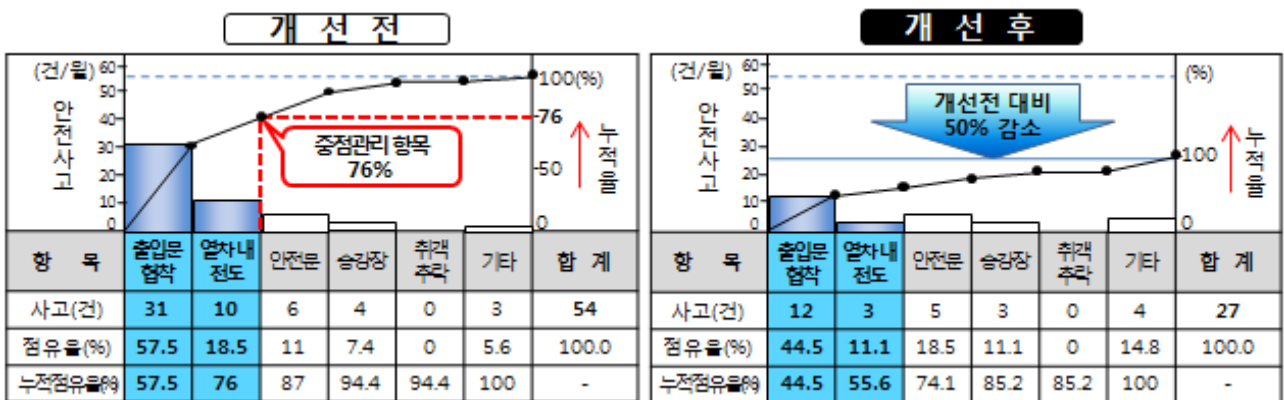


Fig. 7 Before improving, after accident management graph

지하철 안전사고 발생건수 관리그래프를 보면, 개선전 1.8건에서 개선후 0.9건으로 감소되었다.

Table 11 Before improving, after Accident occurrence by pareto diagram analysis

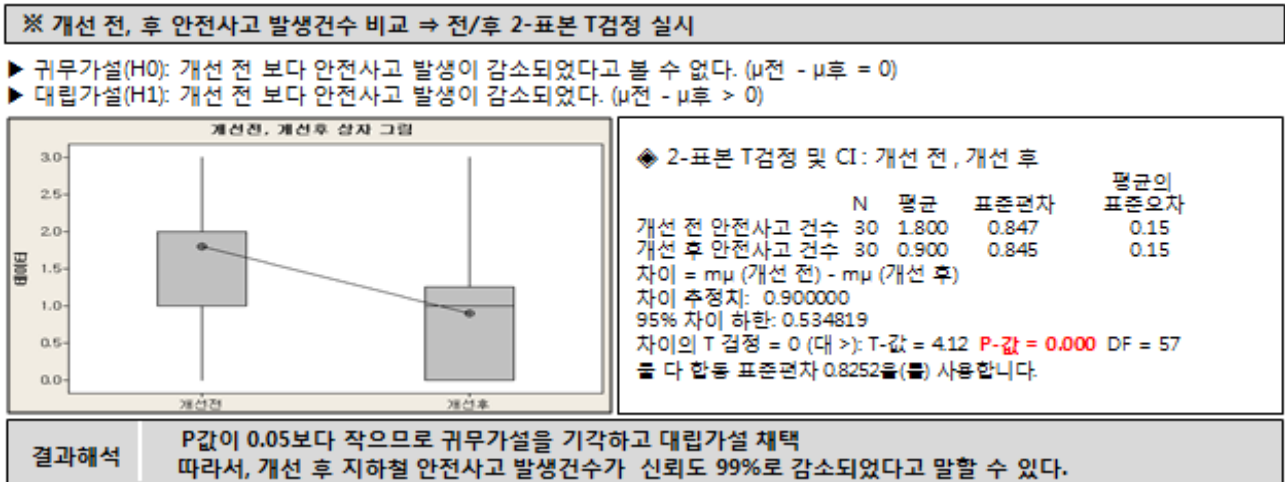


또한, 중점관리항목인 출입문 협착과 열차내 전도사고는 76%에서 개선전 대비 50% 감소한 55.6%가 되었다.

### 2.4.2 전후분석 및 요약

개선 전, 후 지하철 안전사고 발생이 감소 되었음을 검증하였다. 승무원에게 최종 배포한 후 설문조사를 하였으며, 개선 전, 후 안전사고 감소에 대해 2-표본 T 검정을 실시하여 분석하였다. QC 기법을 이용한 지하철 안전사고 감소 개선 전, 후에 대한 검증을 실시한 결과, P 값이 0.000 으로 개선 후 신뢰도 99%로 지하철 안전사고 발생건수가 감소 되었다고 말할 수 있다.

Table 12 2 Sample t-Test



### 3. 결론

QC기법을 이용하여 운행업무를 개선 함으로써, 최근 발생하고 있는 지하철 안전사고 중 상당수 해소될 것이며, 나아가 승무원 및 이용고객의 부주의에 의한 안전사고가 감소 될 것이다.

본 연구에서는 지하철 안전사고에 대해 QC기법을 활용하여 4가지 개선방안을 제시하였으며, 그 결과 안전사고 감소 효과가 나타났다. 개선방안 등이 효과적으로 이루어 진다면 최근 발생하고 있는 안전사고 중 상당부분 예방, 감소될 것이며(피해보상비 절감), 고객서비스와 승무원들의 민원감소 및 업무효율성이 향상 될 것이다.

### 참고문헌

[1] Seoul Metro business department (2014) Subway ideological accident present condition analysis it sees  
 [2].S.H.Lee, S.H.Choi, S.Y.Lee.(2014) Applies QC, the crew member satisfaction improvement plan which techniques – in the business process improvement center, Journal of the Korean Society for Railway, pp711-720