

국가철도 선로안전성의 정량평가 방안 연구

A Study on Quantitative Evaluation Methods for the Safety of National Railway Tracks

박재일[†], 신덕호^{*}, 최진유^{**}

Jae-il Park[†], Duck-ho Shin^{*}, Jin-yu Choi^{**}

초록 이 논문은 철도 안전에 관한 국제표준(IEC 62278)의 정량적 안전목표 설정을 선로 분야에 적용하기 위한 연구를 수행한다. 국가철도공단(KNR)은 철도안전법에 따라 전체 자산에 대한 위험도(Risk) 관리표를 적용하여 안전을 반정량적으로 관리하고 있다. 이러한 자산에 대한 위험도 기반의 안전관리는 유럽철도에서 성숙되어 있으며, 효과적 안전관리를 위해서는 자산을 구성하는 선로, 신호, 전력, 통신 등 각 분야 별 세부 위험도 허용기준이 필요하다. 따라서 본 논문은 기준의 성과 지향적인 선로 관리를 유럽연합과 유사한 위험 관리로 발전시키기 위해 필요한 선로 분야의 위험 관리 기준수립을 연구하였으며, 철도장애 및 사고통계를 바탕으로 전체자산의 위험도 관리표를 선로분야에 적합하도록 목표설정 방법을 제시한다.

주요어 : 안전성, 선로안전, 위험도평가, 안전성목표, 위험도 허용수준

1. 서 론

철도안전법 제7조제1항에 따라 국가철도공단은 철도시설에 대한 안전관리체계를 운영하고 있으며, 안전관리체계 기술기준 제3장 위험관리에서는 위험도 평가 및 관리와 안전 대책의 요건을 제시하고 있다. 위험도관리는 사고의 원인이 되는 위험원(Hazard)의 발생빈도 및 심각도 조합인 위험도(Risk)를 허용수준으로 제어하는 활동으로 허용수준을 위험도 관리표로 정의한다.

국가철도공단 위험도 관리표는 선로, 신호, 전철전력, 신호통신 등 공단자산 전반의 허용수준으로써 유럽연합 등 철도선도국의 철도안전법(Directive 2016/797)과 같이 선진화된 분야별 위험도 기반 안전관리를 위해서는 선로분야에 적합한 위험도 관리표를 설정해야 한다.

따라서 본 연구는 공단 위험도 관리표를 철도장애통계를 바탕으로 선로분야에 적합한 위험도 관리표를 개발한다.

2. 본 론

2.1 국제표준의 정량적 위험도 평가

철도적용 신뢰성, 가용성, 유지보수성, 안전성에 대한 국제표준인 IEC 62278[1]에서는 위험원과 위험도의 식별 및 위험도관리를 위한 모형을 Fig. 1과 같이 제시한다. Fig. 1의 좌측 Fault Tree Analysis(FAT)에는 시설물의 위험측 고장요인과 안전설비의 방호요인을 모델링하여 위험원의 발생빈도를

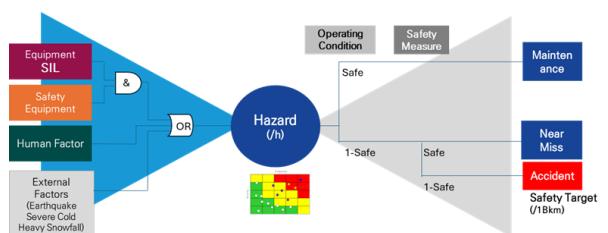


Fig. 1 Bow-tie Model for Risk-Based Safety Management.

† 교신저자: 국가철도공단 시설계획처(pj0227v@naver.com)

* Ricardo Rail, East Asia

** 한국철도기술연구원, 철도안전연구센터

평가하고, 우측 Event Tree Analysis(ETA)의 사고 심각도를 분석하여 위험도 허용여부를 평가한다.

2.2 국가철도공단 위험도 관리표

공단은 Fig. 2와 같이 자산전체에 대한 위험도 관리표를 운영하고 있다. 하지만 자산을 구성하는 선로, 신호, 전철전력, 통신으로 위험도가 구분되어 있지 않아 선로분야에 적합한 위험도 관리표의 개발이 필요하다. 분야별 동일비율로 분할하는 경우 상대적 고장률이 높은 신호분야는 과설계, 고장률이 낮은 선로분야는 예방유지보수 활동이 위축된다. 따라서, 자산특성에 맞는 분야별 관리표가 개발되어야 한다.

A: Non-acceptable, B: Conditional acceptance, C: Acceptance

위험도(위험도 면제도) (Risk Metric)	설정지수 (Safety Margin)	위험도(위험도 면제도) (Safety Margin)									
		0	0 < x < 0.025	0.025 < x < 0.5	0.5 < x < 1.0	1.0 < x < 2.0	2.0 < x < 5.0	5.0 < x < 10.0	10.0 < x < 15.0	15.0 < x < 20.0	20.0 < x
0.100	10분 56	1/412	5/412	10/412	15/412	19/412	21/412	23/412	25/412	27/412	29/412
0.100	1시간 56	5/512	5/512	10/512	15/512	19/512	21/512	23/512	25/512	27/512	29/512
0.100	10	10	10	30	30	30	30	30	30	30	30
0.100	20	20	20	60	60	60	60	60	60	60	60
0.100	30	30	30	90	90	90	90	90	90	90	90
0.100	50	50	50	150	150	150	150	150	150	150	150
0.100	70	70	70	210	210	210	210	210	210	210	210
0.100	100	100	100	300	300	300	300	300	300	300	300
0.100	150	150	150	450	450	450	450	450	450	450	450
0.100	200	200	200	600	600	600	600	600	600	600	600
0.100	300	300	300	900	900	900	900	900	900	900	900
0.100	500	500	500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
0.100	700	700	700	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100
0.100	1000	1000	1000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
0.100	1500	1500	1500	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500
0.100	2000	2000	2000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000
0.100	3000	3000	3000	9000	9000	9000	9000	9000	9000	9000	9000
0.100	5000	5000	5000	15000	15000	15000	15000	15000	15000	15000	15000
0.100	7000	7000	7000	21000	21000	21000	21000	21000	21000	21000	21000
0.100	10000	10000	10000	30000	30000	30000	30000	30000	30000	30000	30000
0.100	15000	15000	15000	45000	45000	45000	45000	45000	45000	45000	45000
0.100	20000	20000	20000	60000	60000	60000	60000	60000	60000	60000	60000
0.100	30000	30000	30000	90000	90000	90000	90000	90000	90000	90000	90000
0.100	50000	50000	50000	150000	150000	150000	150000	150000	150000	150000	150000
0.100	70000	70000	70000	210000	210000	210000	210000	210000	210000	210000	210000
0.100	100000	100000	100000	300000	300000	300000	300000	300000	300000	300000	300000
0.100	150000	150000	150000	450000	450000	450000	450000	450000	450000	450000	450000
0.100	200000	200000	200000	600000	600000	600000	600000	600000	600000	600000	600000
0.100	300000	300000	300000	900000	900000	900000	900000	900000	900000	900000	900000
0.100	500000	500000	500000	1500000	1500000	1500000	1500000	1500000	1500000	1500000	1500000
0.100	700000	700000	700000	2100000	2100000	2100000	2100000	2100000	2100000	2100000	2100000
0.100	1000000	1000000	1000000	3000000	3000000	3000000	3000000	3000000	3000000	3000000	3000000
0.100	1500000	1500000	1500000	4500000	4500000	4500000	4500000	4500000	4500000	4500000	4500000
0.100	2000000	2000000	2000000	6000000	6000000	6000000	6000000	6000000	6000000	6000000	6000000
0.100	3000000	3000000	3000000	9000000	9000000	9000000	9000000	9000000	9000000	9000000	9000000
0.100	5000000	5000000	5000000	15000000	15000000	15000000	15000000	15000000	15000000	15000000	15000000
0.100	7000000	7000000	7000000	21000000	21000000	21000000	21000000	21000000	21000000	21000000	21000000
0.100	10000000	10000000	10000000	30000000	30000000	30000000	30000000	30000000	30000000	30000000	30000000
0.100	15000000	15000000	15000000	45000000	45000000	45000000	45000000	45000000	45000000	45000000	45000000
0.100	20000000	20000000	20000000	60000000	60000000	60000000	60000000	60000000	60000000	60000000	60000000
0.100	30000000	30000000	30000000	90000000	90000000	90000000	90000000	90000000	90000000	90000000	90000000
0.100	50000000	50000000	50000000	150000000	150000000	150000000	150000000	150000000	150000000	150000000	150000000
0.100	70000000	70000000	70000000	210000000	210000000	210000000	210000000	210000000	210000000	210000000	210000000
0.100	100000000	100000000	100000000	300000000	300000000	300000000	300000000	300000000	300000000	300000000	300000000
0.100	150000000	150000000	150000000	450000000	450000000	450000000	450000000	450000000	450000000	450000000	450000000
0.100	200000000	200000000	200000000	600000000	600000000	600000000	600000000	600000000	600000000	600000000	600000000
0.100	300000000	300000000	300000000	900000000	900000000	900000000	900000000	900000000	900000000	900000000	900000000
0.100	500000000	500000000	500000000	1500000000	1500000000	1500000000	1500000000	1500000000	1500000000	1500000000	1500000000
0.100	700000000	700000000	700000000	2100000000	2100000000	2100000000	2100000000	2100000000	2100000000	2100000000	2100000000
0.100	1000000000	1000000000	1000000000	3000000000	3000000000	3000000000	3000000000	3000000000	3000000000	3000000000	3000000000
0.100	1500000000	1500000000	1500000000	4500000000	4500000000	4500000000	4500000000	4500000000	4500000000	4500000000	4500000000
0.100	2000000000	2000000000	2000000000	6000000000	6000000000	6000000000	6000000000	6000000000	6000000000	6000000000	6000000000
0.100	3000000000	3000000000	3000000000	9000000000	9000000000	9000000000	9000000000	9000000000	9000000000	9000000000	9000000000
0.100	5000000000	5000000000	5000000000	15000000000	15000000000	15000000000	15000000000	15000000000	15000000000	15000000000	15000000000
0.100	7000000000	7000000000	7000000000	21000000000	21000000000	21000000000	21000000000	21000000000	21000000000	21000000000	21000000000
0.100	10000000000	10000000000	10000000000	30000000000	30000000000	30000000000	30000000000	30000000000	30000000000	30000000000	30000000000
0.100	15000000000	15000000000	15000000000	45000000000	45000000000	45000000000	45000000000	45000000000	45000000000	45000000000	45000000000
0.100	20000000000	20000000000	20000000000	60000000000	60000000000	60000000000	60000000000	60000000000	60000000000	60000000000	60000000000
0.100	30000000000	30000000000	30000000000	90000000000	90000000000	90000000000	90000000000	90000000000	90000000000	90000000000	90000000000
0.100	50000000000	50000000000	50000000000	150000000000	150000000000	150000000000	150000000000	150000000000	150000000000	150000000000	150000000000
0.100	70000000000	70000000000	70000000000	210000000000	210000000000	210000000000	210000000000	210000000000	210000000000	210000000000	210000000000
0.100	100000000000	100000000000	100000000000	300000000000	300000000000	300000000000	300000000000	300000000000	300000000000	300000000000	300000000000
0.100	150000000000	150000000000	150000000000	450000000000	450000000000	450000000000	450000000000	450000000000	450000000000	450000000000	450000000000
0.100	200000000000	200000000000	200000000000	600000000000	600000000000	600000000000	600000000000	600000000000	600000000000	600000000000	600000000000
0.100	300000000000	300000000000	300000000000	900000000000	900000000000	900000000000	900000000000	900000000000	900000000000	900000000000	900000000000
0.100	500000000000	500000000000	500000000000	1500000000000	1500000000000	1500000000000	1500000000000	1500000000000	1500000000000	1500000000000	1500000000000
0.100	700000000000	700000000000	700000000000	2100000000000	2100000000000	2100000000000	2100000000000	2100000000000	2100000000000	2100000000000	2100000000000
0.100	1000000000000	1000000000000	1000000000000	3000000000000	3000000000000	3000000000000	3000000000000	3000000000000	3000000000000	3000000000000	3000000000000
0.100	1500000000000	1500000000000	1500000000000	4500000000000	4500000000000	4500000000000	4500000000000	4500000000000	4500000000000	4500000000000	4500000000000
0.100	2000000000000	2000000000000	2000000000000	6000000000000	6000000000000	6000000000000	60000000000				