

Determination of Key Factors and Evaluation of Their Importance in the Elevator Safety Quality Rating System for the Purpose of Adjusting the Elevator Inspection Cycle

Kyung-Min Roh · Kwan-Hee Han[†]

School of Industrial System Engineering, Gyeongsang National University

승강기 검사주기 조정을 위한 안전품질 등급제 핵심항목 선정 및 중요도 평가

노경민 · 한관희[†]

경상국립대학교 산업시스템공학과

Recently, elevator inspection and self-examination were strengthened through the revision of the Elevator Safety Management Act, but there have been no significant reduction in serious accidents and major failures. Therefore, the government intends to lay the foundation for reflecting the safety quality rating system, which adjusts the elevator inspection cycle, as a policy to induce safety management of preemptive and active management entities. This study systematically reviewed and classified the safety quality rating system for elevator inspection cycle adjustment in previous studies, collected expert opinions, and reconstructed the key items into realistic evaluation items, and evaluated and scored the relative importance of each factor through the AHP technique.

Keywords : Elevator Safety Management Act, Inspection, Safety Quality Rating System, AHP

1. 서 론

최근 승강기안전관리법 개정을 통하여 승강기 검사와 자체점검을 강화하였으나, 팔목할만한 중대사고 및 중대고장 감소성과는 나타나지 않고 있다[6]. 법령에 따른 검사는 검사 시점에서의 중요 안전장치에 대해 작동 및 기능을 판정하고 있으며, 평상 시 승강기 안전관리에 영향을 미치는 제반 요인들에 대해서는 평가하지 않고 있다. 이것은 승강기 법정검사 강화만으로는 승강기 안전사고와 중대고장 감소의 한계가 있음을 나타내는 것이다.

또한, 승강기 관리주체는 소모성 부품의 경우 설계수명을 고려하여 선제적으로 교체하여야 하나, 검사지적 및 중대사고 발생 이후 사후조치 하는 등 법정 의무사항 이외의 추가 안전개선 노력에 적극적, 능동적이지 않아 안전관리 수준은 제자리걸음인 것으로 판단되었다[5].

더불어 최근 승강기 안전기술개발이 활발하게 이루어지고 있으며, 특히 원격감시시스템 등에 의해 유지관리되는 승강기가 증가되고 있어, 이를 반영한 승강기 안전관리 패러다임의 변화가 요구되고 있다[3].

위와 같이 승강기 안전관리를 잘해온 승강기 소유자의 승강기 관리에 따른 경제적 부담을 경감하고, 관리가 부실한 승강기에 대한 관리 강화를 통해 승강기 관리주체의 선제적·능동적인 승강기 안전관리를 유도하기 위하여 승

강기 검사주기를 조정하는 승강기 평가등급제를 정부 정책으로 반영할 필요성이 최근 다시 대두되고 있다.

그러나 기존에 이루어졌던 대부분의 연구에서 제시하던 안전품질 등급제를 위한 평가항목은 평가를 진행 시 기존 자료 외 추가조사가 필요하였고 주관적 판단이 필요한 항목이 포함되어 있어 객관성을 담보하기 어려웠다. 이러한 평가항목은 배점 산정 시 가중치 도출 없이 연구기관 임의로 판단하여 산정하였으므로 신뢰성마저 부족하였다. 이처럼 평가항목 수행방법에 대한 충분한 검증이 없었고 점수 산정에 대한 신뢰성이 부족하여 시행되기 어려움이 있었다. 또한 선행연구의 경우 상대적으로 연구 시기가 오래되어 최근 신기술 도입에 따른 평가항목을 구성하지 못하였다[9].

따라서 본 연구에서는 선행연구에서 진행하였던 승강기 검사주기 조정을 위한 안전품질 등급제 평가항목을 체계적으로 검토·비교하여 분류하고 이를 통해 전문가들의 의견을 수렴하여 현장에서 적용할 수 있는 현실성 있는 평가항목으로 재구성하였다. 이후 이렇게 도출된 핵심항목을 다양한 분야의 전문가 집단을 대상으로 AHP 기법을 통해 각 요인의 상대적 중요도를 평가 분석하여 가중치를 산정하고 배점을 부여함으로써 객관적이고 현실성 있는 핵심항목 구축 및 적용 방안을 제시하여 검사주기 산정을 위한 정부 정책에 기여 하고자 하였다.

2. 이론적 배경과 선행연구

2.1 국내 승강기 안전제도

「승강기 안전관리법」 제28조에 따라 승강기의 제조·수입업자는 설치를 끝낸 승강기에 대하여 설치 검사를 받아야 하고, 같은 법 제32조에 따라 관리주체는 안전검사(정기·수시·정밀안전 검사)를 받아야 한다.

승강기 안전검사 중 정기검사의 경우 설치검사 후 정기적으로 하는 검사로 검사주기는 2년 이하로 하되, 행정안전부령으로 정하는 바에 따라 승강기별로 검사주기를 다르게 할 수 있다.

위에 따라 일반적으로 법 제32조 제1항 제1호 각 목 외의 부분에 따른 정기검사의 검사주기는 1년으로 설치검사 또는 직전 정기검사를 받은 날부터 매 1년마다 검사를 받는다.

다만, 이용자의 이용이 제한되어있는 화물용엘리베이터, 자동차용 엘리베이터, 소형화물용 엘리베이터, 단독주택에 설치되는 승강기의 경우 매 2년마다 검사를 받는다.

수시검사의 경우 승강기의 종류, 제어방식, 정격속도, 정격용량 또는 왕복운행거리를 변경한 경우, 승강기의 제

어반 또는 구동기를 교체한 경우, 승강기에 사고가 발생하여 수리한 경우, 관리주체가 요청하는 경우 받을 수 있다.

정밀안전검사의 경우 중대 사고나 고장이 발생한 승강기나 설치 검사를 받은 지 15년이 경과된 노후 승강기는 3년마다 정기적으로 정밀안전검사를 받아야 하며, 노후 승강기는 안전관리 인증을 받은 부품을 새로 구입해 쓰거나 부품 설치가 불가능하면 승강기를 교체해야 한다.

본 연구에서는 관리주체, 유지관리업체 등의 승강기 안전개선 노력을 유도하기 위하여 안전관리가 비교적 잘 이루어지고 있다고 판단되는 일정량의 승강기에 대해서 핵심항목을 선정하고 가중치 도출을 통해 승강기 품질등급 평가하고자 한다. 이를 통하여 매 1년 실시하는 정기검사주기를 매 2년 또는 6개월 등으로 차등(유예)하고자 하였다.

이를 위해서는 매 1년 진행되는 안전검사 중 정기검사를 승강기 안전관리법 시행규칙을 통해 2년 이내에서 검사주기를 조정할 수 있도록 하는 법률 개정이 선제적으로 필요하다.

2.2 승강기 안전품질 등급제 선행연구

승강기의 안전품질을 보다 제고하기 위한 승강기 안전품질 등급제 도입을 위한 연구가 다수 진행되었다.

이러한 연구는 승강기안전관리등급 평가항목을 계획하고 점수화하여 등급을 산정하였으나 평가 세부항목을 현실적으로 평가하고 적용할 수 있는 방안을 찾기 어려웠으며 점수 배정도 그 근거가 미흡하였다.

승강기 평가등급제 선행연구 중 2002년 산업자원부에서 연구한 승강기 안전관리 등급제는 주요 평가항목으로 건물용도, 사용연수, 자체검사 시행상태, 관리주체 관리품질, 부가사항 등으로 구성되어 있었다[9]. 그러나 주요 평가항목 중 고장발생 횟수, 자체점검 시행상태 등은 기존 DB로 구축되어 있지 않아 별도의 추가조사가 필요하였으며 따라서 제도를 시행하기에는 현실적 실효성이 부족하였다.

2010년 한국승강기안전공단에서 연구한 승강기 안전관리 등급제는 주요 평가항목으로 건물용도, 사용연수, 검사결과, 검사 부적합 이력, 자체점검, 고장신고 등으로 구성되어 있었다. 그러나 운행관리자 미선임, 자체점검 미실시 내용 등은 2002년 기존 연구와 같이 모두 검사원 확인이 추가로 필요한 부분이었다.

2014년 안전행정부에서 연구한 승강기 안전관리상태 평가는 주요 평가항목으로 건물용도, 사용연수, 검사결과, 검사입회, 검사신청 고장신고, 부가사항으로 구성되어 있었으며 세부항목이 많아 배점 산정에 어려움이 있었다[8].

따라서 본 연구를 위하여 승강기 안전품질 등급 평가항목 도출을 위한 사례연구 조사를 수행하였다. 사례연구의 세부내용은 다음 <Table 1>과 같다.

<Table 1> Preceding Research on the Evaluation Factors of Elevator Safety Quality Rating

Division	Case Studies	
Ministry of Trade, Industry and Energy (2002)	Elevator Quality Rating System	<ul style="list-style-type: none"> · Building Use · Age of elevator use · Number of breakdowns · Self-examination implementation status · Management quality of Managing body · Maintenance history · Accident history · Special management history
Korea Elevator Safety Institute (2010)	Preparation of differential application period of inspection	<ul style="list-style-type: none"> · Building Use · Age of elevator use · Inspection results · Inspection nonconformity history · Serious accident history · Violation of the law · Serious breakdown history · Self-examination · Management quality of Managing body · Maintenance history · Application for inspection · Elevator safety managers · Not implementation of Self-Examination · Breakdown report · Safety device installation status · Operation of comprehensive monitoring system · Business entities with excellent maintenance quality · Compliance with standard maintenance fees
Ministry of Public Safety and Security (2014)	Evaluation of safety management status	<ul style="list-style-type: none"> · Building Use · Age of elevator use · Inspection results · Inspection nonconformity history · Serious accident · Serious breakdown history · Self-examination · Management quality of Managing body · Maintenance history · Not implementation of Self-Examination · Participation of inspection · Application for inspection · Elevator safety managers · Breakdown report · Additional matters

본 연구에서는 기존 선행연구에서 평가하고자 하였던 항목을 모두 검토하고 중복되는 것을 제거 후 전문가들과 함께 현실적으로 평가하고 적용할 수 있는 항목을 선별하고자 하였다.

전문가들과 검토 시 기존 연구내용 중 객관적 지표로 가져가기 어려웠던 항목으로 국가승강기종합정보망에서 추출하기 어려운 항목을 제외하여 현실적 실효성이 부족하였던 부분을 보완하고 최근 5년간 중대사고·중대고장 발생 비율 등을 파악하는 등 현재 제도적으로 이슈가 되는 항목을 추가하여 항목을 재정비하고자 하였다.

2.3 AHP 기법

AHP(Analytic Hierarchy Process)기법은 다기준 의사결정기법 중의 하나로써 각 계층별로 항목 간의 상대적 중요도를 평가하여 특정 목표를 이루기 위한 최적의 대안을 도출할 수 있다. 일반적으로 정량적 분석기법에 의한 의사결정이 과학적이고 객관적이라는 평가를 받아왔으나, 비교 척도가 다르거나 아예 없는 경우에는 정량적 의사결정기법을 통해 대상들을 합리적으로 판단할 수 없다는 한계를 가지고 있다[4]. 반면, AHP 기법은 평가자의 직관적, 합리적 평가를 근거로 정량적 요소와 정성적 요소를 동시에 반영할 수 있다는 특징이 있다.

뿐만 아니라 간결한 적용절차에도 불구하고 척도선정, 가중치 산정절차, 민감도분석 등에 사용되는 각종기법이 실증분석과 엄밀한 수리적 검증과정을 거쳐 채택된 방법들을 활용한다는 점에서 이론적으로 높이 평가되고 있다[1].

이러한 장점으로 인해 AHP는 현존하는 의사결정기법 중 가장 광범위하게 활용되고 있는 기법의 하나이다. 그 적용 분야에 있어서도 에너지/자원 · 교통/입지 · 호텔 · 관광 등의 경영문제, 정부 · 국방등의 정치문제, 교육 · 안전/재해/복지 · 도시/환경/건설 · 보건/의료등의 사회문제, R&D/신제품 개발 · 생산/제조/품질 · 컴퓨터/정보 등의 기술 문제에 이르기까지 인간이 고민하고 해결하고자하는 문제에는 어김없이 AHP가 활용되고 있다[7].

본 연구에서는 AHP를 활용하여 검사주기를 산정하기 위하여 도출된 평가항목의 상대적 중요도를 평가하고 각 요인들의 가중치를 통해 우선순위 및 배점을 도출하고자 하였다.

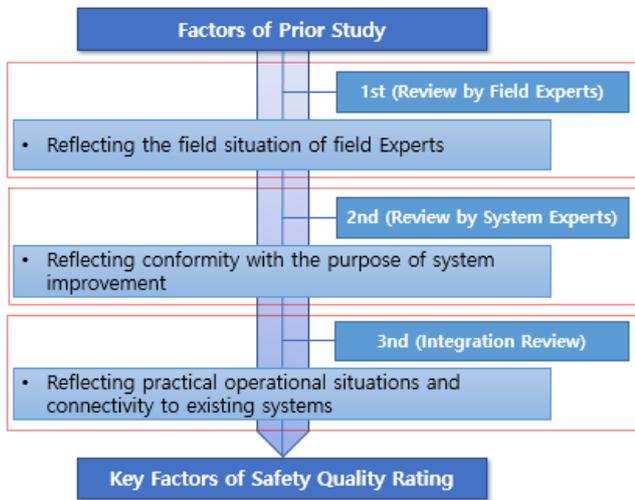
또한 승강기 평가등급 산정 시 영향을 주는 요인을 항목화하고 각 요인에 대한 중요도를 비교하는 동시에 승강기 안전 향상을 위해 고려해야 할 점을 제시하고자 한다.

3. 안전품질 등급 핵심항목 도출

3.1 전문가 지문을 통한 핵심항목 구축

유형별로 분류된 선행연구의 세부항목을 현실적으로 수행할 수 있는 항목으로만 재분류하였으며, 승강기 전문가의

자문을 통해 각 항목에 대한 수정, 보완 과정을 진행하였다. 안전품질 등급 핵심항목 도출 과정은 <Figure 1>과 같다.



<Figure 1> The Process of deriving Key Factors of Safety Quality Rating

자문의 신뢰성과 객관성을 위해 승강기 실무, 전산, 제도 전문가 등 관련 경력 10년 이상의 실무자를 대상으로 진행하였으며 예비 구축한 항목을 기준으로 협회 전문가들과 1차 자문을 진행하였다. 전문가 검토를 수행한 전문가는 <Table 2>와 같다.

<Table 2> Experts Review for Deriving Key Factors

Review Schedule	n	Dvision
1st (Field Experts)	5	Elevator Association
2nd (System Experts)	6	Public institution
3rd (Integration)	8	Public institution

전산전문가 및 현장전문가가 함께 참여하여 실무에서의 업무 상황을 고려하여 관련이 적은 항목은 제외하였으며 승강기 종합정보망에서 정보를 취득하지 못하는 자료는 추가조사가 필요하므로 실효성이 부족하므로 제외하였다.

더불어 유사한 특징을 갖는 요인들 사이의 통합 그리고 세분화가 필요한 요인들의 분리를 통해 1차적으로 6개의 평가항목 18개의 세부항목을 도출하였다.

평가항목 구축을 위해 선행연구의 각 평가요인을 시설 및 환경, 검사이력, 운행상태, 유지관리품질, 법령위반, 부가사항 관점으로 구분하였다.

‘시설 및 환경’ 부분은 승강기 구조 및 용도에 따라 운행방식, 운송대상 및 설치환경 등이 상이하고 사용연수가 증가함에 따라 사고 고장 발생 및 검사결과의 불합격률이

증가하므로 주요 요인으로 파악하였다.

건물용도별 중대사고 건수는 '21년 기준 판매시설(0.06%)과 운수시설(0.03%)에 설치된 승강기의 사고 발생률이 다소 높은 편으로 조사되었다.

또한 다른 분야의 기계·설비와 마찬가지로 승강기 역시 사용연수가 증가(노후화)됨에 따라 사고·고장 발생 및 각종 안전검사 결과의 조건부합격·불합격률이 증가하며, 따라서 승강기 사용연수는 승강기 안전품질과 매우 밀접한 상관관계가 있음을 확인하였다.

‘유지관리품질’ 부분은 승강기 관리주체의 안전관리 결과로 나타나는 결과로 안전품질 등급 산정에 적용하였다.

‘법령위반’ 부분은 승강기 안전관리에 대한 책임성과 관심을 제고하기 위한 방안으로 포함하였다.

‘부가사항’ 부분은 위 5가지 요인에 속하지는 않으나 사례연구에서 살펴본 바와 같이 중요하다고 판단되는 요인으로 구성되었다. 분류 결과는 <Table 3>과 같다.

<Table 3> Classification of the Factors of Elevator Safety Quality Rating

Criteria	Sub-criteria
Facilities and Environment	Building Use
	Age of elevator use
Inspection history	Inspection results
	Inspection nonconformity history
Operation status	Serious accident history
	Violation of the law
Maintenance quality	Self-examination history
	Management quality of Managing body
	Maintenance history
	Participation of inspection
Violation of the law	Application for inspection
	Elevator safety managers
	Self-examination
	Breakdown report
Additional matters	Safety device installation status
	Operation of comprehensive monitoring system
	Business entities with excellent maintenance quality
	Compliance with standard maintenance fees

2차 자문에서는 시스템 구축 및 운영의 관점을 고려하기 위해 제도전문가 3명을 추가하여 총 6명이 참여하였다. 1차 자문 후 선정된 요인을 중심으로 진행하였다.

제도 개선 취지와 부합하는 승강기 관리주체의 자발적인 안전강화 노력을 유도하기 위한 주요항목을 위주로 선정 진행하였으며 전문가들의 의견으로 주요항목 외에 영향을 미치지 않을 세부항목은 가감점 요인으로 분류하여 진행하였다.

또한 3차 자문에서는 실무적 운용과 기존 제도 연계성 관점에서 실무에서 운용 중인 사례를 통해 행정처분의 세부 항목 등 요인을 추가하여 자문을 진행하였다. 표준유지관리비 준수도 중요한 사항이나 현행 시스템으로 확인이 불가하므로 제외하기로 하였다. 그 결과는 <Table 4>와 같다.

<Table 4> Re-Classification of the Factors (Key Factors) of Elevator Safety Quality Rating

Criteria	Sub-criteria
Facilities and Environment	Building Use
	Age of elevator use
Maintenance quality	Regular inspection results for the last 3 years
	Self-examination results over the past year
	Serious accidents and breakdowns in the last 3 years
Managing body	Maintenance contract type
Maintenance company	Business entities with excellent maintenance quality
	Operation of comprehensive monitoring system

3.2 핵심항목의 구축 및 정의

전문가들의 의견을 바탕으로 기존 연구 사례에서 분류된 내용을 ‘시설 및 환경’, ‘유지관리품질’, ‘승강기 관리주체’, ‘승강기 유지관리업체’로 재분배하여 상위 분류기준으로 하였다.

기존 상위분류 항목 중 하나인 ‘검사이력’은 승강기 유지관리업체가 매월 자체점검 후 정기검사를 수검하여 그 결과를 확인하는 행위이므로 ‘정기검사결과’ 및 ‘자체점검 결과’를 ‘유지관리품질’ 상위분류 항목으로 통합하였다.

상위분류 항목 중 하나인 ‘운행상태’ 중 세부항목인 ‘중대사고 이력’은 『승강기 안전관리 법』 시행령 제37조(중대한 사고 및 중대한 고장)에 따라 중대사고 및 중대고장으로 나누어 승강기 종합 정보망에서 통합 관리하고 있으므로 ‘중대한 고장 / 사고 여부’를 세부항목으로 ‘유지관리품질’ 항목으로 분류하였다.

승강기 사고조사 전문가 의견에 따라 ‘최근 3년간 정기검사결과’와 ‘최근 3년간 중대고장/사고’ 내용을 분석하여 유의미한 결과를 확인 후 세부항목으로 추가하였다.

또한 ‘승강기 관리주체’의 세부항목으로 ‘유지관리계약 유형’을 분류하였는데, 이는 현재 승강기 유지관리시장이 책임관리가 어려운 단기계약이 많은 만큼 포괄적으로 유지관리회사가 책임지고 승강기 유지관리를 할 수 있는 환경 조성에 기여할 수 있다고 보았기 때문이다.

마지막으로 ‘유지관리업체’ 세부항목 중 ‘우수업체 선정 여부’는 승강기 안전관리법 제66조(안전관리우수기업 선정 등)에 우수안전관리업체를 선정하고 제도 활성화 방안을 마련하도록 하고 있으므로 주요항목으로 제도의 실

효성을 제고시킬 수 있을 것으로 기대하였고 ‘원격관리 적용 여부’는 우수한 기술력을 가진 업체가 유지관리함에 따라 유지관리품질을 제고할 수 있을 것으로 기대하였다.

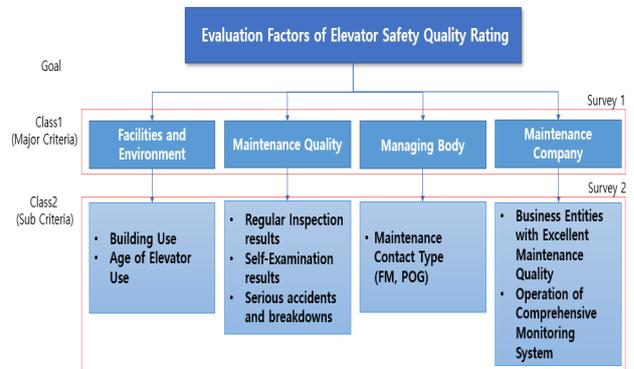
이처럼 각 유형에 따른 세부 특징을 추가로 세분화하여 AHP 평가를 위한 항목들을 구축하였다.

4. AHP 기법을 통한 요인 중요도 평가

4.1 안전품질 평가항목의 계층적 구조화

안전품질에 영향을 미칠 수 있는 평가항목은 AHP 분석을 위하여 계층별 구분을 통해 구조화 작업을 진행하였다. 계층적 구조는 인간의 자연적인 사고과정을 반영한 AHP의 주요 특징으로써, 계층 별 요인의 쌍대 비교를 통해 중요도를 평가하고 이를 통해 가중치를 도출할 수 있다.

각 핵심항목은 2개 계층으로 구성되며, 계층적 구조화를 적용한 결과는 <Figure 2>와 같다. 계층적 구조화가 이루어진 요인들은 쌍대비교를 통한 전문가의 설문으로 중요도가 평가된다.



<Figure 2> Hierarchical Structure of Evaluation Items

4.2 전문가 설문조사 및 결과분석

4.2.1 전문가 설문조사

본 연구를 위한 조사 대상 집단은 승강기 분야 5년 이상 경력 전문가 40명을 대상으로 선행연구를 바탕으로 승강기 평가등급 항목을 계획하여 설문을 통하여 조사하였다.

2022년 5월 9일부터 16일까지 약 일주일 간 진행하였다. 직접 방문을 통해 설문의 개요 및 AHP 설문 방식에 대한 안내를 선행하였고, 총 40부를 배부하여 그 중 28부를 회수하였다. 회수된 설문 응답자의 경력은 관련 분야 10년 이상이 대다수를 차지하였고 경력자 및 전문가 현황은 다음 <Table 5>, <Table 6>과 같다.

<Table 5> Respondents' Elevator Career Statistics

Division		n	(%)
elevator career	5 ~ 10 years	2	7
	10 ~ 20 years	15	54
	more than 20 years	11	39
Total		28	100

<Table 6> Respondents' Elevator Experts Classification

Division		n	(%)
elevator experts	Professor	5	18
	The elevator industry	7	25
	Public institution	12	43
	Associations and organizations	4	14
Total		28	100

AHP 기법은 주관적인 판단에 의한 쌍대비교에 기초를 두고 있다. 요소 간의 중요성을 비교할 때 중요한 것은 응답에 대한 일관성을 유지한 채 진행하는 것이다[10]. 따라서 설문지를 통해 확보한 중요도 평가의 응답 신뢰성을 평가하기 위해 설문 응답자의 답변에 대한 일관성 검증 과정을 선행하였다. 의사결정기법으로써 AHP기법의 장점은 설문자의 응답에 관한 일관성이 유효한지에 대해 검증할 수 있다는 것인데, 유효성은 일관성 비율(Consistency Ratio, CR)을 통해 확인할 수 있다.

일관성 비율은 일관성 지수(Consistency Index, CI)를 임의 지수(Random Index, RI)로 나눈 값이다. 일관성 비율이 0.2 이내로 분포할 경우 응답의 신뢰도가 있다고 판단하여 분석을 진행할 수 있다.

회수된 28부의 응답 중 일관성 비율 검증을 통해 일관성 비율이 0.2 이상인 질문에 대해서는 최종 분석에서 제외하였고, 15개의 유효 응답을 기준으로 분석을 진행하였다.

본 연구에서는 계층1의 4개 요인, 계층2는 계층1의 4개 요인에 따른 8개 세부 요인으로 구분하여 각 요인의 중요도 분석을 진행하였고, 각 계층의 중요도 평가 값으로 산정한 가중치를 종합하여 계층2의 28개 요인에 대한 최종 우선순위를 도출하였다.

중요도 평가 값의 종합방법으로 산술평균법과 기하평균법을 활용할 수 있는데, 정성적 요인의 경우 전문가 집단을 통해 안전성을 높이기 위한 요인으로써 집단의사결정의 경우에 활용되는 기하평균법을 통해 중요도를 종합하였다[2].

이와 같이 구분된 중요도를 통해 각 요인은 계층, 전체 요인에 따른 우선순위를 도출하여 분석 할 수 있다.

4.2.2 계층1의 상대적 중요도

등급 평가에 영향을 주는 요인의 중요도 분석을 위한 쌍대비교는 각 계층 별로 진행되었고, 가장 상위계층인 계층1의 상대적 중요도 및 우선순위 분석 결과는 다음 <Table 7>과 같다.

<Table 7> Relative Importance of the Evaluation Factors in Class1(Survey 1)

Code	Evaluation factor	Relative importance
A-01	Facilities and Environment	0.404
A-02	Maintenance quality	0.352
A-03	Managing body	0.098
A-04	Maintenance company	0.145

계층1의 4가지 요인 중 시설 및 환경(A-01)(0.404)은 다른 요인보다 높은 점수로 우선순위를 나타냈다. 승강기 설치환경은 승강기 품질에 큰 영향을 준다는 것인데 유럽에서도 이용자 특성 및 사용빈도에 따라 별도의 안전기준(EN81-71, 반달리듬 엘리베이터)을 만들 만큼 중요한 요소로 생각하고 있음을 확인할 수 있다. 또한 사용연수 증가 등은 승강기가 노후화됨에 따라 사고·고장의 증가로 확인되었으므로 승강기 품질에 중요한 영향을 준다는 것을 확인한 바 있는 만큼 다른 요소보다 중요하다 하고 판단하였다.

다음으로 높은 점수를 받은 '유지관리품질(A-02) (0.352)은 다른 요인보다 승강기 품질에 높은 영향을 주는 '유지관리품질' 중 자체점검(이상), 정기검사(조건부합격, 불합격)의 경우 불특정 승강기 이용자의 안전을 위협하는 만큼 관리주체에게 안전을 위한 빠른 수리 또는 보관을 요구하고 있다. 또한 자체점검(매월), 정기검사(매년), 사고/고장(수시)은 객관적인 수치로 승강기 종합정보망에서 누구나 확인 가능하므로 신뢰도가 높은 지표로 보여진다.

승강기 고장과 사고를 줄일 수 있는 방안 중 하나인 유지관리업체(A-04)(0.145)의 원격관리는 신기술을 적용하여 엘리베이터를 상시적·실시간으로 승강기 운행상태를 감시하고 고장을 처리하여 고장사고 사전예방 및 처리시간을 단축시키고 있다. 현재 「승강기 안전관리법 시행령 제30조(자체점검의 주기 조정 등)」과 「승강기 안전운행 및 관리에 관한 운영규정 제13조의 2(승강기의 원격관리기능)」에서 원격관리 기능이 있는 승강기를 관리하는 경우 자체점검 주기를 매월에서 3개월로 연장하여 그 안전성을 법으로 인정하고 있다.

4.2.3 계층2의 상대적 중요도

계층1의 요인 중 하위 8가지 요인으로 구성된 계층2의 상대적 중요도 및 우선순위 분석 결과는 다음 <Table 8>과 같다.

<Table 8> Relative Importance of the Evaluation Factors in Class2(Survey 2)

Code	Evaluation factor	Relative importance	
		within the hierarchy	Composite (Class1-2)
B-01	Building Use	0.059	0.073
B-02	Age of elevator use	0.212	0.262
B-03	Regular inspection results for the last 3 years	0.254	0.274
B-04	Self-examination results over the past year	0.087	0.094
B-05	Serious accidents and breakdowns in the last 3 years	0.211	0.227
B-06	Maintenance contract type	0.055	0.017
B-07	Business entities with excellent maintenance quality	0.070	0.031
B-08	Operation of comprehensive monitoring system	0.052	0.023

계층 내 중요도는 ‘최근 3년간 정기검사 결과(B-03), 승강기 사용연수(B-02), 최근 3년간 중대사고/고장 여부(B-05), 최근 1년간 자체점검 결과(B-04), 우수 유지관리업체 선정 여부(B-07), 건물용도(B-01), 유지관리계약 유형(B-06), 원격관리기능 적용 여부(B-08) 순으로 높게 나타났다.

상위계층의 중요도를 적용한 복합 중요도의 경우 미소하게 순위의 변동이 발생되었는데 ‘최근 3년간 정기검사 결과(0.274), 승강기 사용연수(0.262), 최근 3년간 중대사고/고장 여부(0.227), 최근 1년간 자체점검 결과(0.094), 건물용도(0.073), 우수 유지관리업체 선정 여부(0.031), 원격관리기능 적용 여부(0.023), 유지관리계약 유형(0.017) 순으로 높게 나타났다. 종합한 복합 중요도는 상위계층의 중요도에 따른 우선순위에 따라 달라질 수도 있다는 것을 볼 수 있다.

계층2에서 ‘최근 3년간 정기검사 결과(B-03)’가 1위(0.254)로 다른 요소보다 더 높은 중요도로 평가되었다는 것은 그 판정결과가 관리주체의 안전관리의 결과로서 승강기 평가등급을 도출하는 근본적인 이유인 승강기 관리주체의 선제적·능동적인 승강기 안전관리 유도에 가장 부합하다고 판단했기 때문으로 보여진다. 이는 관리주체가 스스로 승강기 운행의 안전에 관한 점검을 하는 ‘자체점검 결과’와 달리 법에 따라 공공기관에서 수행하는 ‘정기검사 결과’를 신뢰하는 것으로 보인다.

다음으로 승강기 시설 및 환경에 대한 요소로 ‘승강기 사용연수’가 2위(0.212)로 나타났다.

다른 분야의 기계·설비와 마찬가지로 승강기 역시 사용

연수가 증가(노후화)됨에 따라 사고·고장 발생 및 각종 안전검사 결과의 조건부 합격, 불합격이 증가하며, 따라서 승강기 사용연수는 승강기 안전품질과 매우 밀접한 상관관계가 있고 그 결과를 반영한 상대적 중요도 결과라고 보여진다.

‘최근 3년간 중대사고/고장 여부’는 3위(0.211)로 2위와 근소한 차이가 나타났는데 중대고장 및 중대사고의 경우 이용자들의 안전과 직접적으로 관련이 있는 항목들로 법(승강기 안전관리법 시행령 제37조)에 명시하고 있으며 다른 요소들과 함께 객관적인 평가를 통해 품질 등급에 큰 영향을 줄 수 있다.

승강기 안전관리법에서 ① 사망자가 발생한 사고, ② 사고 발생일로부터 7일 이내에 실시된 의사가 최초 진단 결과 1주 이상의 입원치료가 필요한 부상자가 발생한 사고 ③ 사고 발생일로부터 7일 이내에 실시된 의사의 최초 진단 결과 3주 이상의 치료가 필요한 부상자가 발생한 사고일 경우 중대한 사고로 판정하고 있으며, ① 출입문이 열린상태로 움직인 경우, ② 출입문 이탈 또는 파손되어 정지, ③ 최상층, 최하층을 지나 움직임, ④ 운행하려는 층으로 운행되지 않은 경우, ⑤ 운행 중 정지된 고장, ⑥ 매다는 장치 등이 이탈, 추락된 경우 등이 발생하였을 경우 중대한 고장으로 판정하고 있다.

다음으로 ‘유지관리품질’ 요소로 ‘최근 1년간 자체점검 결과’가 4위(0.087)로 나타났다.

월 1회 이상 수행해야 하는 자체점검 결과도 정기검사 결과와 마찬가지로 승강기 관리주체의 안전관리의 결과로 판단하였으며 다른 요소보다 높게 반영되었으나 정기검사 결과보다 상대적으로 낮은 중요도를 보였다.

그 밖에 요인으로 우수 유지관리업체 선정 여부(0.070), 건물용도(0.059), 유지관리계약 유형(0.055), 원격관리기능 적용 여부(0.052)는 순위를 부여하기에 근소한 차이가 있었고 따라서 상대적 중요도 또한 유사하다.

4.2.4 평가항목 중요도에 따른 점수 산정

본 연구에서 제안된 계층분석기법(AHP)의 평가항목 가중치 결과에 따라 1300점 만점으로 점수 배점(안)을 재산정하였다. 그 결과는 <Table 9>와 같다.

제안된 계층분석기법(AHP)의 평가항목 가중치 결과는 선행연구 결과와 차이가 있었다. 그 결과는 <Table 10>과 같다. 다만, 선행연구와 비교시 2002년 산업자원부 선행연구는 평가항목에 별도 점수를 부여하지 않았으므로 제외하였다. 2010년, 2014년 이루어진 선행연구의 경우 유지관리계약 유형, 우수 유지관리업체 선정 여부, 신기술에 따른 원격관리기능 적용 여부 등은 해당 항목이 없거나 본 연구 내용과 비교가 어려워 제외하였다.

<Table 9> The Evaluation Factors and Score of Elevator Safety Quality Rating

Criteria	Evaluation factor	Score	Note
Facilities and Environment	Building Use	100	
	Age of elevator use	350	
Maintenance quality	Regular inspection results for the last 3 years	400	
	Self-examination results over the past year	250	
	Serious accidents and breakdowns in the last 3 years	300	
Managing body	Maintenance contract type	100	*Additional points if applicable
Maintenance company	Business entities with excellent maintenance quality	100	*Additional points if applicable
	Operation of comprehensive monitoring system	100	
Total		1600	

<Table 10> Comparison of Previous Studies

preceding research Evaluation factor	Korea Elevator Safety Institute, 2010		Ministry of Public Safety and Security, 2014		AHP, 2022	
	Score	%	Score	%	Score	%
Building Use	100	15	150	17	100	8
Age of elevator use	200	31	450	50	350	27
Regular inspection results for the last 3 years	100	15	150	17	400	31
Self-examination results over the past year	50	8	50	6	150	12
Serious accidents and breakdowns in the last 3 years	200	31	100	11	300	23
Total	650	100	900	100	1300	100

본 연구에서 제안된 평가항목 배점(안)은 ‘최근 3년간 정기검사결과’ 항목이 가장 높은 가중치를 받았으나 기존 선행연구에서는 항상 ‘사용년수’가 가장 높은 점수를 받은 것을 확인할 수 있었다. 본 결과는 ‘승강기 시설 및 환경’보다 실제 관리자 및 자체점검자의 유지관리를 유도하고자 하는 본 연구의 취지와도 일치한다.

상대적으로 ‘건물용도’의 경우 ‘사용년수’, ‘최근 3년간 정기검사결과’에 이어 ‘최근 1년간 자체점검결과’보다도

낮은 가중치를 받고 있어 선행연구에서의 평가항목 중요도와 인식의 차이가 다소 높다는 것을 확인할 수 있었다.

5. 결 론

본 연구는 승강기 안전품질 등급제 도입을 위하여 승강기 안전품질에 영향을 주는 주요 평가항목을 선행연구 및 전문가들의 자문으로 도출하고, AHP 기법을 통해 실무적 관점에서 각 요인의 중요도를 평가, 분석하였다.

평가요인은 AHP 분석을 위하여 1계층을 4개 요인으로 나누었으며, 계층 2는 계층 1의 4개 요인에 따른 8개 세부 요인으로 구분하였다. 각 요인은 승강기 제도업무, 전산업무, 검사업무를 수행한 전문가들의 자문과 실례사례 및 관련 연구를 통해 구축하였다. 이후에 현재 승강기 분야의 10년 이상 업무를 수행하고 있는 학계, 업계, 기관 등 실무자들을 대상으로 AHP 분석을 위한 평가요인 간의 상대적 중요도를 평가하였으며, 평가된 중요도를 통해 요인들의 우선순위를 정하였다.

2개 계층을 모두 종합하여 각 계층의 중요도와 복합 중요도의 나타낸 결과는 <Table 11>과 같다. 우선순위를 통해 승강기 품질을 평가하고 등급을 산정할 때 고려해야 할 방안으로 활용할 수 있을 것이다.

본 연구의 도출된 결과는 기존 연구들의 한계점을 드러냄과 동시에 이를 보완하고 있다.

본 연구의 시사점은 선행연구, 자료조사, 다양한 전문가 자문, AHP 평가를 통해 승강기 안전품질 등급제 모델을 구축할 때 기존 평가항목의 문제점으로 제시되었던 추가 조사로 인한 현실성 부족, 신기술이 반영된 지표 미추출, 객관적 평가항목 배점에서의 한계, 특정 집단의 의견만을 활용한 지표 개발 등의 여러 한계점을 보완하는데 일조하였다.

본 연구는 승강기 평가등급제 시행에 있어 현실적인 적용을 위하여 우선하여 검토되어야 하는 평가요인을 선정하고 가중치를 산정한 결과는 유의미하다고 평가한다.

본 연구의 한계점으로는 승강기 안전품질 등급제 관련 연구가 많지 않아 대표적인 몇몇 선행연구만을 기반으로 초기 문항을 추출한 점을 들 수 있다.

또한 본 연구는 안전품질등급제로 활용하기 위한 핵심 항목을 선정하여 중요도 평가 분석에 목적을 두었으므로 이후 등급 구분을 위한 연구가 추가로 필요하다

본 연구의 연구 결과를 바탕으로 향후 연구를 제안하면 다음과 같다. 본 연구 과정을 통해 추출된 평가항목 및 배점을 통하여 충분한 시뮬레이션을 수행하여 현장에 적용하였을 때 도출된 평가 모델이 현실을 잘 반영하는 타당한 모델인지를 검증해 보기 위하여 추가 연구 시 목표로 하는

〈Table 11〉 The Importance and Priority of the Overall Assessment Item

Class1 (Major criteria)			Class2 (Sub-criteria)				Overall ranking
Code	Factor	Importance within the hierarchy	Code	Factor	Importance		
					within the hierarchy	Composite (Class 1–2)	
A-01	Facilities and Environment	0.404	B-01	Building Use	0.059	0.073	5
			B-02	Age of elevator use	0.212	0.262	2
A-02	Maintenance quality	0.352	B-03	Regular inspection results for the last 3 years	0.254	0.274	1
			B-04	Self-examination results over the past year	0.087	0.094	4
			B-05	Serious accidents and breakdowns in the last 3 years	0.211	0.227	3
A-03	Managing body	0.098	B-06	Maintenance contract type	0.055	0.017	8
A-04	Maintenance company	0.145	B-07	Business entities with excellent maintenance quality	0.070	0.031	6
			B-08	Operation of comprehensive monitoring system	0.052	0.023	7

등급의 분포도와 일치하는지 확인이 필요할 것으로 생각된다.

또한 삭제된 범주들에 대해 항목이 적절하였는지 재차 살펴보고, 해당 범주에 대한 적절한 항목을 새로이 도출하여 모델을 보다 발전시켜 나가는 노력이 추가적으로 필요할 것으로 사료된다.

References

- [1] Cho, K.T., Hierarchical Decision Making, Donghyun, 2003.
- [2] Forman, E. and Peniwati, K., Aggregating individual judgements and priorities with the analytic hierarchy process, *European Journal of Operational Research*, 1998, Vol. 180, pp. 165-169.
- [3] Han, K.H. and Kim, Y.K., A Review of Development Directions in the Elevator Remote Monitoring Technology through the Case Study and Patent Analysis, *Journal of Next-generation Convergence Technology Association*, 2021, Vol. 5, No. 1, pp. 91-92.
- [4] Kang, H., A Study on the Development of BIM Template to introduce of BIM in Small and Middle Architectural Design Firms using AHP method(master's thesis). [Seoul, Korea]: Hanyang University, 2013
- [5] Kim, B.S. and Park, P., Derivation of Safety Management Implications through Analysis of Major Elevator Failures, *J. Korea Saf. Manag. Sci.*, 2020. Vol. 22, No. 3, p. 26.
- [6] Korea Elevator Safety Agency, <https://home.koelsa.or.kr/>.
- [7] Kweon, T.I., Study on Drawing Priority of the Influence Factors of Tourist Resort Remodeling Business: Delphi Technic & Analytic Hierarchy Process., [Seoul, Korea]: Sejong University, 2008.
- [8] Ministry of Public Safety and Security, <https://www.law.go.kr/admRulSc.do?menuId=5&subMenuId=43&tabMenuId=193&query=%EC%8A%B9%EA%B0%95%EA%B8%B0#AJAX>.
- [9] Ministry of Trade, Industry and Energy, http://www.motie.go.kr/motie/ne/rt/press/bbs/bbsView.do?bbs_seq_n=3961&bbs_cd_n=16, 2002.
- [10] Roh, H., Public Policy Analysis, pybook, Seoul, p. 247, 2006.

ORCID

Kwan Hee Han | <https://orcid.org/0000-0001-7998-4951>

Kyung Min Roh | <https://orcid.org/0000-0003-3407-2021>