

# 산업 물류 프로세스의 리스크 평가지표 개발

조재환\*

\*유한대학교 산업안전공학과

## Development of Risk Assessment Indicators for Industrial Logistics Safety Management

Jae-Hwan Cho\*

\*Department of Industrial Safety, Yuhan University

### Abstract

In general, companies operate systematically in response to financial risks such as exchange rates and liquidity, while they are vulnerable to risks in the manufacturing and sales processes. In particular, logistics refers to the activities for planning, managing and implementing efficient flows from the starting point of goods and products to the point of consumption, The purpose of this study was to develop key risks and key risk management indicators (KRIs) for risks that undermine logistics efficiency so that logistics risks can be effectively prevented and managed. As a result, 40 risk management indicators (KRIs) were developed in a total of six categories in the logistics sector, and the definition, calculation method and early warning grade of each KRI were presented so that companies could prevent risks in advance in logistics activities and contribute to enhancing efficiency of their work.

**Keywords :** Risk Management, Product Safety, KRIs

### 1. 서론

모든 조직은 기업 경영에 있어 내·외부적인 환경변화에 영향을 받는다. 즉, 외부에서의 국제 금융시장 변동성 확대, 정치 불안 등의 리스크뿐만 아니라, 기업 내부에서의 인사, 생산, 유통, 서비스에서 발생하는 리스크에 대해 제대로 대응하지 못하게 되면 기업의 신뢰성 상실, 경쟁력 약화 및 경영 위기를 가져오게 된다.

박환표 등(2017)에 따르면 전체 산업에서 건설업의 재해자와 사망자의 비중이 각각 25.2%, 29.6%로 가장 높은 실정이며, 건축공사의 안전사고를 예방하기 위해 공종별 안전위험도 평가지수를 개발하였다. 먼저 건축공사 현장의 안전사고와 관련된 위험요인을 9개 항목(공중, 공사종류, 공정률, 계약금액, 층수, 공사기간, 안전교육, 현장근무일수, 날씨)을 제안하고, 안전사고의 발생비율과 발생강도를 토대로 공종별 평가지수 산정모델을 개발하였다.

해당 연구결과인 위험평가지수와 도출된 위험요인은 향후 건설안전 위험도 예측시스템 개발 시 기초자료로 활용할 수 있다.

기존의 리스크 관리방식은 동일 리스크에 대해 부서별로 각 업무 프로세스 및 기능에 따라 분산된 대응을 함으로써 관리효율이 낮고, 일시적인 관리에 그치는 등 한계를 보여 왔다. 또한 대부분의 기업이 품질관리 및 안전관리 차원에서의 리스크 관리, 재난방재 및 재무 리스크관리 등 기능적이고 지극히 사후 대응적인 리스크 관리 형태를 가졌으며, 이것마저도 대기업 중심으로 이루어지고 있다. 그리고 환율·유동성 등 금융 리스크 대응은 체계적으로 운영되는 반면, 제조업분야 생산·판매과정의 리스크 대응은 취약한 실정이다.

이충배(2020)는 공급사슬의 상호의존성과 복잡성으로 인해 공급사슬에서의 붕괴를 포함한 리스크의 발생 빈도와 가능성이 증가하고 있으며 이로 인한 피해는 커다란

†Corresponding Author Jae-Hwan Cho: Jae-Hwan Cho,590, Gyeongin-ro, Bucheon-si, Gyeonggi-do, Republic of Korea, E-mail: jhjo80255@naver.com

Received: November 19, 2020; Revision Received: December 15, 2020; Accepted: December 21, 2020

손실로 이어지고 있다. 기업들은 수익을 높이기 위해 생산성 증대, JIT 체제 도입, 아웃소싱과 같은 다양한 공급사슬 이니셔티브를 수행하고 있다. 비록 이러한 경영의 추진력이 안정적 비즈니스 환경에서는 효과적이지만 급변하는 환경 하에서 공급사슬의 붕괴에 취약할 수 밖에 없다. 2011년 동일본 대지진, 9.11 테러, SARS(2003), 허리케인 카트리나(2005)에 이어 최근의 코로나19와 같은 자연재해뿐만 아니라 미중간의 무역전쟁 등은 공급사슬에서의 위험관리의 중요성을 부각시켜주고 있다. 특히 2020년 1월 말 중국의 우한에서 발생한 코로나19가 전 세계로 확산되면서 중국발 공급사슬붕괴는 글로벌공급사슬에 커다란 영향을 미쳐 인적·물적 피해는 추산하기 어려울 정도로 확대되고 있다.

김은지 등(2016)은 시장의 세계화와 정보통신의 발전에 의해 물류 네트워크가 장기, 복잡화되어 지며, 네트워크 내에서 발생하는 리스크 대응 가능 시스템 능력이 감퇴했음을 지적하였다. 이런 리스크 발생에 의해 물류시스템의 신뢰성이 저하되어, 리스크 관리의 필요성이 함께 증가하였다. 이 연구에서 운송시스템의 리스크 인자를 도출하여, 운송시스템의 리스크를 수치적으로 평가하는 분석 방법론을 제안하였다. 이 결과로 운송시스템에 대한 리스크를 수치화하여 분석할 수 있었고, 운송시스템의 리스크 관리와 리스크 회피전략 도출을 위한 기초 연구로 활용할 수 있음을 주장하고 있다.

선행연구를 분석했을 때 이중 물류 분야는 물자·상품의 출발점에서 소비지점까지 효율적인 흐름을 계획, 관리, 실시하기 위한 제 활동을 의미한다. 이처럼 물류는 고객서비스, 수요예측, 유통정보, 재고관리, 주문처리, 부품과 서비스 지원, 공장과 창고의 입지 선정, 조달, 포장, 폐기물

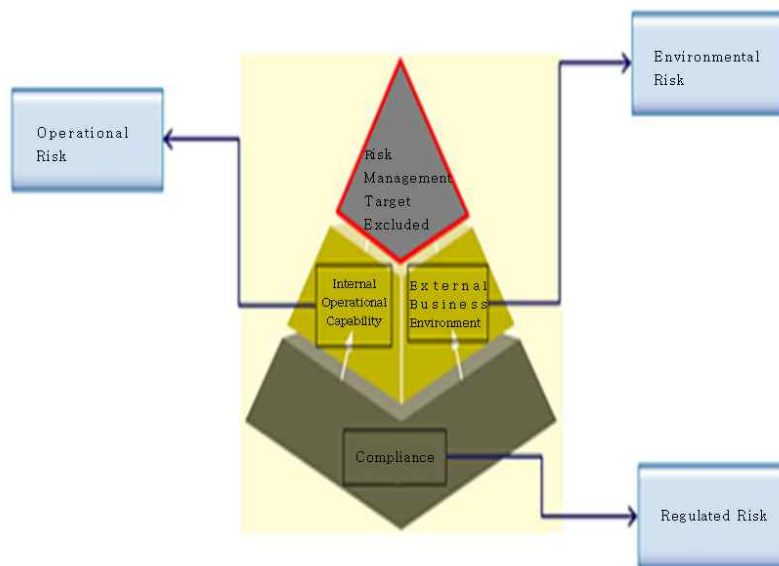
처리, 수송, 보관, 하역 등 제조업 업무 전반에 연계되어있어 그 중요성이 가장 높아 리스크평가지표(KRI, Key Risk Indicator) 개발이 우선적으로 시급하다. 따라서 본 연구에서는 물류 기업 실정에 적합한 지표를 개발하여 물류리스크 예방·관리의 효율성을 제고하는데 기여하고자 한다.

## 2. 연구방법 및 범위

본 연구는 물류 과정에서 기업이 보유하고 있는 리스크의 상태를 감지하여 사전 예방하기 위한 지표 및 리스크 관리지표(KRI)를 개발하는 것을 범위로 하였다. 이에 선행과제 중 하나인 한국표준협회(2012)의 기업맞춤형 리스크 관리 정보서비스 분류체계 개발 연구에서 규명한 기업 내 리스크 분류 및 세부단계(물류)별 리스크 종류를 참조하였다.

우선 [Figure 1]에서와 같이 선행과제에서 분류된 리스크 종류의 추가·보완이 필요한지를 검토하고, 추가·보완된 리스크들의 정의 및 원인-결과 분석 자료를 이용하여 주요 리스크관리지표(KRI)를 도출하였다. 연구의 가장 큰 주제는 리스크관리 지표(KPI)의 개발과 이러한 지표의 설계와 임계치 및 그 운영방안을 제시하는 것이다.

우선 기업별 관리 실태분석을 위한 관리 평가지표 개발은 다음과 같은 연구절차로 진행되었다. 첫째, 기존의 리스크관리지표를 비교·분석하였다(말콤 볼드리지(MB) 경영품질평가지표, BCM(Business Continuity Management), DR(HomeDisaster Recovery), SCQM(Supply Chain Quality Management)). 둘째, 실제 기업에서 활용하는 위험도관리지표(KPI)를 비교 분석하여 기



[Figure 1] Corporate risk classification

업의 성과목표를 저해하는 리스크 요인들을 도출하고 리스크별 리스크관리지표(KRI)를 작성하였다. 이때 리스크관리지표(KRI)의 정의, 산출방법, 조기경보등급 및 임계치 등의 설정도 함께 하였다. 상기의 연구과정을 위해 많은 관련 전문가들의 의견을 반영하여 그 신뢰성을 제고하였다.

<Table 1>은 위험도 유형과 그 해당 내용의 예시를 설명하고 있다.

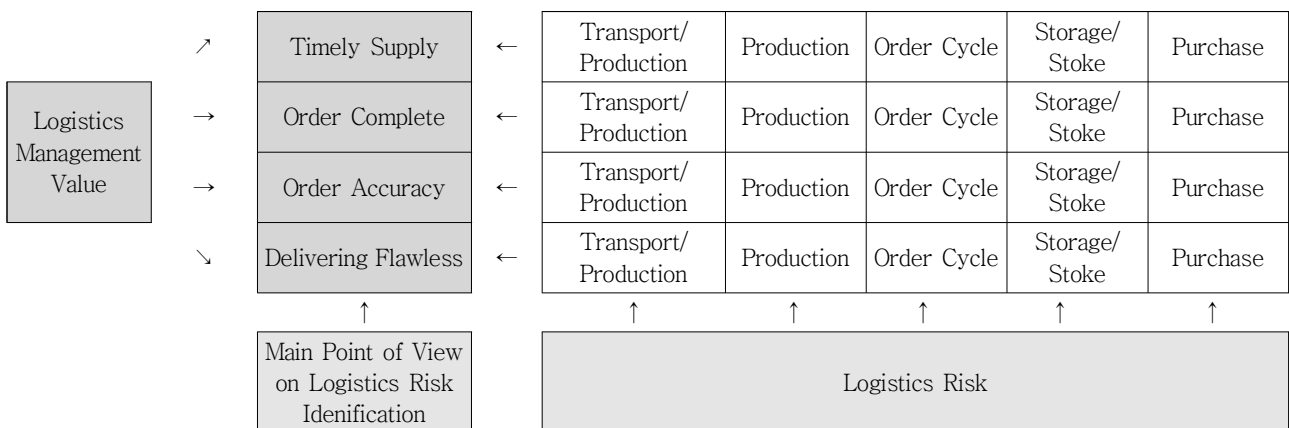
### 3. 연구결과

#### 3.1 주요리스크(Key Risk) 도출

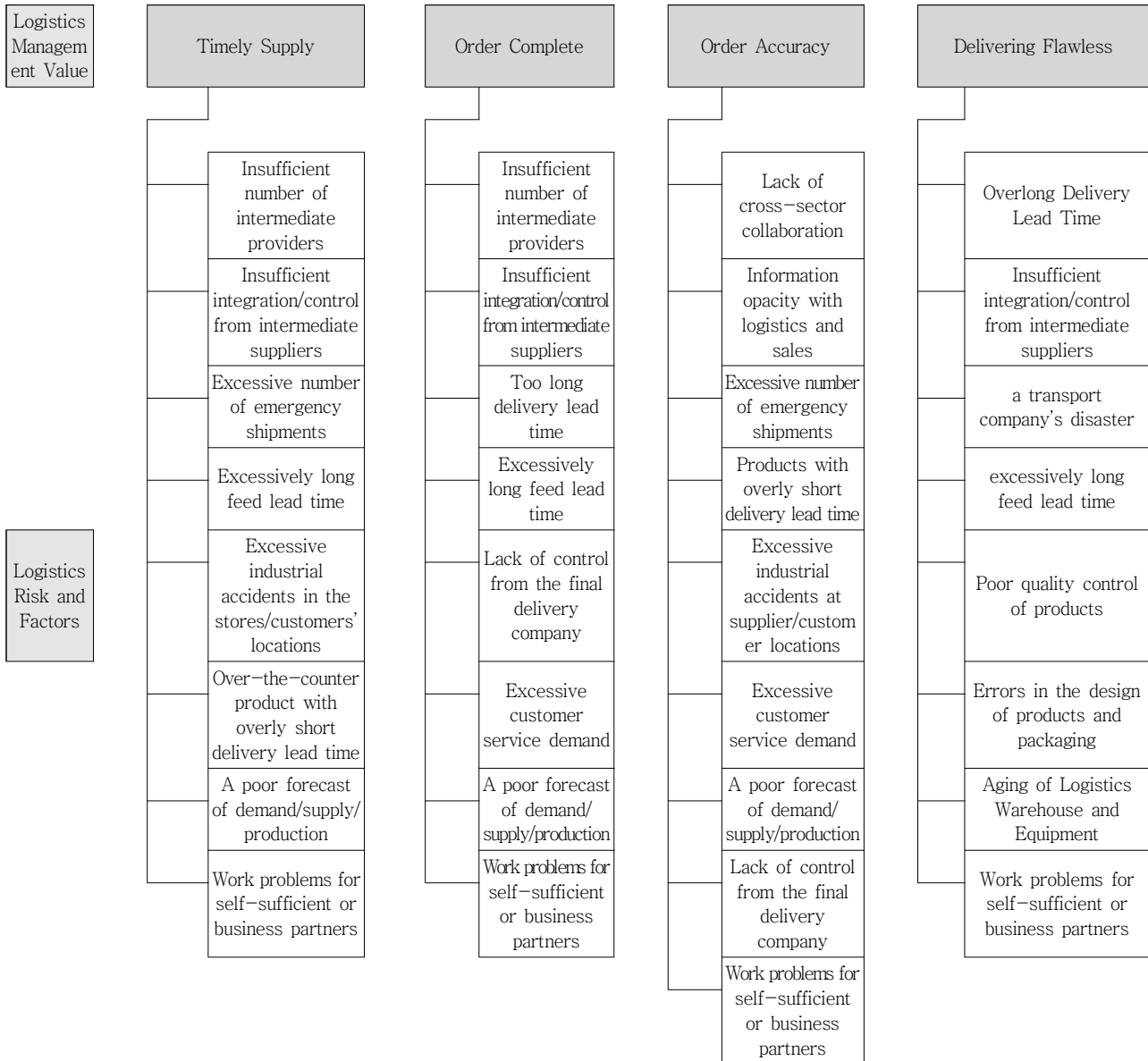
물류 리스크 관리는 공급망 관리의 목적을 충분히 달성하기 위한 것이므로 물류리스크는 공급망 관리의 목적에 준하여 그 규명 범위를 결정하였다. 따라서 아래그림의 [Figure 2]에서 리스크 규명 시 주요 관점에 따른 4가지

<Table 1> Risk Types and Example

Type of risk	Explanation	Example
Planning/Development Risk	Risk arising from changing markets and reflecting customer needs - Changes in technology and consequences resulting from insufficient reflection on customer needs	- The launch of a new product - Shortened product life cycle - Market change
Purchasing risk	Risk arising from moving from suppliers of raw materials to enterprise - Opposite the internal flow of resources that enable operations	- Incorrect feed lead time - Supplier's ability and financial position with respect to the usefulness of high-quality strategic products - Number of suppliers and presence of monopoly in the supply market
Production risk	Risk arising from internal controls or operational failures or shortages associated with production - Of or relating to the profit or service of the enterprise's production, or its internal processing power, arising from the collapse of manufacturing or processing power, or its central operation	- Limitations and shortages of production processing capacity - Discontinuation of production of products, lack of inventory, etc
Logistics Risk	Risk arising from internal policy (demand forecast, price, etc.) decision making - The consequences resulting from fluctuations in demand.	- A lack of accuracy in forecasting demand - Competitor's Price Policy
Sales/Service Risk	Risk arising in the process of moving raw materials and products in the supply chain	- Difference between realistic demand and shipment volume - Distribution, Loading and Transport Input-Output Act
Information risk	Risk arising from misrepresentation of information among suppliers	- Information about orders or deliveries - Information System Capability - Privatization of information



[Figure 2] Purpose of Supply Chain Management and Logistics Risk Area



[Figure 3] Derivation of Logistic Risk and Causes Based on Logistics Management Value

목적에 따라 물류 리스크의 영역도 결정하였다.

물류 리스크요인들은 상기의 물류관리의 목적들을 성공적으로 수행하는 관점에서 물류의 전 과정과 환경에서 식별할 수 있으며 이러한 리스크 요인들은 물류의 각각 영역에서 영향을 미치면서 동시에 상호 연관성을 가지면서 영향을 미치기도 한다.

[Figure 3]에서는 물류관리 가치를 물류리스크 분류 코드는 큰 항목 23개를 분류하는 앞의 두 자리 숫자기준으로 하여 리스크들을 규명하고 관련된 발생요인들을 정의하였는데, 리스크와 리스크 발생요인은 이분법적으로 명확히 분리되지는 않고 상호 호환적인 관계가 있다. 따라서 본 연구에서는 [Figure 2]의 분류(적기공급, 주문완료, 주문정확성, 무하자 납품)외의 공통 요소를 별도로 분류하여(물류 법규제, 물류협력사 관리) 총 6개의 분류체

계로써 물류리스크를 정의하였다.

아래의 <Table 2>는 물류 단계별 유형에 따른 위험도 팩터의 정의를 나타내고 있다.

### 3.2 리스크관리 평가지표 개발 및 운영

#### 3.2.1 리스크 관리지표

리스크관리지표(KRIs) 도출하기 위해 물류 과정에서 발생 가능한 주요 리스크를 선정하여 적기 배송(5개), 주문완료(4개), 주문수정(3개), 피해 및 결함(3개), 관계결함(2개) 및 적법성(1개) 등 총 18개의 핵심리스크를 도출하였고, 발생 가능한 세부 유형별 위험도를 리스크관리

<Table 2> Key Logistics Risk Definition

Classification	Risk factor	Risk definition
On time delivery	Delay due to transportation/delivery defect	Delay of delivery due to shipping organization, 3PL company, or delivery system.
	Delay due to missed production schedule and production quality problems	Timely delivery failure due to lack of manufactured goods, production of orders and other specifications, and production plan disruptions
	Timely delivery failure due to improper lead management	Delay due to improper demand Function and quantity loss
	Delinquency in delivery due to negligence in logistics center management	Improper warehouse management and logistics center management for timely delivery
	Delay in delivery due to supply disruptions in goods sold	Timely delivery failure due to lynching errors on purchased or OEM-sold goods.
Order Completeness	Delivery disruptions due to shipping/delivery problems	Direct or indirect loss (due to delivery and delivery system) if delivery within the contract period is not completed for an order
	Delivery disruptions due to production schedule problems or product defects	Financial loss (due to delayed production) if delivery of an order is not completed within the contract period
	Delivery disruptions due to problems in inventory management	Financial losses (due to inventory and warehouse management system) if delivery within the contract period is not completed for an order
	Delivery disruptions caused by problems in the purchase of goods	Financial losses (due to improper orders and reasons attributable to suppliers) if delivery within the contract period is not completed for an order.
Order Correctness	Incorrect delivery due to improper delivery response management	Incorrect DF and delivery disruptions due to problems with the order management system (incorrect delivery)
	Incorrect delivery due to shipping and shipping issues	Delivery system, incorrect delivery due to supplier/transporter problem
Damages and defect	Direct or indirect disaster loss due to transportation accidents and lapses	Product reversal or financial loss of transport system/materials due to mistakes in transportation
	Direct or indirect disaster loss in the logistics process due to poor production products	Shipment of defective products due to production process problems and losses resulting from them
	Disaster loss of products due to negligence in the storage process	Damage to products due to improper warehouse management and forwarding management
Relations effectiveness	Losses due to failure to form adequate upstream relationship	Poor management of logistics and human resources or relationship between 3PL companies
	Loss due to insufficient upstream integration	Poor control and coordination of our logistics organizations and personnel or 3PL companies
	Losses due to failure to form a proper Downstream relationship	Poor management of relationships with sales organizations or sales companies
	Loss due to insufficient Downstream integration	Poor monitoring and coordination of sales organizations and sales companies
Legality	Direct or indirect loss due to insufficient logistics security system	Losses due to non-compliance of domestic and foreign logistics security systems or reduced international competitiveness
	Direct or indirect losses due to the lack of understanding of the trade system	Losses due to congestion on the systems of regional countries in export transportation
	Direct loss due to lack of proper country-of-origin proof management	Economic and business losses due to lack of adequate preparation under the FTA origin certification system
	Losses due to inadequate transportation customs management	Losses due to insufficient customs procedures and documents

지표(KRIs)로 도출하였다. 이때 선정된 리스크들에 대해 국내외 기업들이 활용하는 리스크관리 평가지표, 성과관 리지표 등을 참조하였고, 수집된 리스크관리지표들이 국내 중소기업에 적용하는데 적합한지 유용성과 적합성을

분석하였다. 분석 결과 도출된 주요 리스크별로 리스크관 리지표(KRIs)를 정의하고 로직을 설계한다. 즉, 잠재적 리스크 노출량(exposure)을 줄일 수 있는 조기 경보 신호의 역할을 할 수 있어야 하며 리스크관리지표(KRIs)는

리스크의 상태의 변화(과거, 현재, 미래)를 나타낼 수 있어야 하고 리스크로서 역할을 할 수 있어야 한다. 그리고 설계된 리스크관리지표(KRIs)의 임계치를 설정하며 모니터링 방법 등을 정의하고, 마지막으로 리스크관리지표

(KRIs)를 통해 조기 경보의 목적을 수행하기 위한 소스테이터 정의 및 추출, 관리방안을 제시하였다.

이러한 절차에 따른 정의는 아래의 <Table 3>에서와 같이 물류 위험도 분류별 위험관리지표를 나타내고 있다.

<Table 3> Risk management index by logistics risk category

Classification	Key Risk Names	KRI Names	
On time delivery	Delay due to transportation/delivery defect	Right-time delivery contract violation rate	
		Non-predictable lead-base annual rate	
		Transportation Material Operation Stop Rate	
		Emergency Order Generation Rate	
		Rate of occurrence of emergency production	
		Dependence of supply process	
	Delay due to missed production schedule and production quality problems	Timely delivery failure due to improper lead management	Non-monitoring process step ratio
			Non-monitored Raw Materials Ratio
			Number of process breaks caused by accident
	Delinquency in delivery due to negligence in logistics center management	Delay in delivery due to supply disruptions in goods sold	Unestimated order date rate
			Order inaccuracy rate
			Order-related system download rate
			Product loss rate during warehousing, forwarding, or storage process
			Product warehouse automation rate
			Product warehouse equipment failure rate
			Receiving and forwarding quantity incorrect rate
Emergency purchase order quantity			
Order Completeness	Supplier Inadequate retention rate	Supplier Inadequate retention rate	
		Inter-provider e-commerce processing ratio	
		Order processing error rate	
		Production Delay/Leading	
Order Correctness	Inventory management error rate	Inventory management error rate	
		Sales product purchase error rate	
		Delivery disruptions due to production schedule problems or product defects	
		Delivery disruptions due to problems in inventory management	
Damages and defect	Sales product purchase error rate	Delivery reply error rate	
		Delivery error rate	
		Logistics Claim Count	
Relations effectiveness	Delivery accident rate	Delivery accident rate	
		Product production defect rate	
		Inventory defect rate	
Legality	Losses due to failure to form adequate upstream relationship	Supplier management efficiency degradation	
		Rate of compliance with supply request processing period (%)	
		Supplier Quality Loss Cost	
		Supplier Insolence Plot	
		Shipment Information Uncertainty	
		Evaluation fulfillment rate of partner	
		Non-compliance rate	
Legality	Losses due to failure to form a proper Downstream relationship	Shipping company diversification item rate	
		CO <sub>2</sub> emissions per tonne of packaging	
		CO <sub>2</sub> emission per unit distance	
Legality	Loss of logistics costs in accordance with the Environmental Pollution Control Act	Utilization rate of environmental pollution mode	

### 3.2.2 리스크 관리지표 임계치 및 운영방안

<Table 4>에서와 같이 임계치 관리 원칙은 관심, 주의, 경계, 심각 등 4단계로 구분하여 임계치로써 리스크관리 지표를 관리하도록 하였다. 이때 관심은 최초발견자가 별도의 조치없이 단독으로 수습이 가능한 상태를 말하며, 주의는 타부서의 지원 없이 자체부서 인원만으로 수습이 가능한 상태를 말한다. 앞의 두 단계와는 달리 경계 단계부터는 타부서의 지원이 반드시 필요한 상태를 나타내며, 심각단계는 타부서의 인원, 장비 지원뿐만 아니라 대외지원

요청이 반드시 필요한 상태를 말한다.

<Table 5>에서는 임계치 관리 원칙에서 위원회 운영방법은 각 리스크관리지표(KRIs)의 주요성 및 운영 편이성을 고려하여 별도로 규정을 두는 것이 좋다. 이를 적용하는 기업이 도출된 리스크관리 평가지표와 그 임계치 범주에 대해 신뢰성을 확보하기 위해 많은 전문가들이 참여한 회의를 거쳐 다음과 같은 물류 부문의 리스크관리지표의 임계치 범주를 설정하였다. 다만 기업의 실정에 맞게 변경하여야 한다.

<Table 4> Setting Risk Management Indicators Thresholds

Risk alert	Attention	Care
Management color	Blue	Yellow
Chairperson	Chapter by department	
Operating method	Response to the task linkage when the responsible department is in a normal situation Monitoring and collecting additional information	
Risk alert	Boundary	Serious
Management color	Orange	Red
Chairperson	CEO	
Operating method	Organize risk management organization	Risk Management Countermeasures Committee

<Table 5> Risk Management Indicator (KRI) Threshold Category (Example)

Risk management index category	Attention	Care
	Blue	Yellow
On-time delivery-related risk management index (KRI)	0 - 10	11 - 15
Order completeness-related risk management index (KRI)	0 - 10	11 - 15
Order correction related risk management index (KRI)	0 - 15	16 - 20
Image-free and sure-free delivery-related risk management index (KRI)	0 - 10	11 - 15
Relations effectiveness-related risk management index (KRI)	0 - 15	16 - 20
Legality Related Risk Management Indicator (KRI)	0 - 15	16 - 20
Risk management index category	Boundary	Serious
	Orange	Red
On-time delivery-related risk management index (KRI)	16 - 20	21 - 100
Order completeness-related risk management index (KRI)	16 - 20	21 - 100
Order correction related risk management index (KRI)	21 - 30	31 - 100
Image-free and sure-free delivery-related risk management index (KRI)	16 - 20	21 - 100
Relations effectiveness-related risk management index (KRI)	21 - 30	31 - 100
Legality Related Risk Management Indicator (KRI)	21 - 30	31 - 100

<Table 6> Value Objectives of Logistics Flow Management

Value goal	Content
Perfect order-index	On-time delivery - The number of shipments and deliveries that meet the customer's expectations in terms of time.
	Order completeness - The number of times a customer has been fully performed under all terms (time, product history, other services, etc.) of the contract with the customer.
	Error- and damage-free delivery - The number of times all contractual terms and conditions have been fully fulfilled in transit and delivery.
Logistics Efficiency-Time-saving	Increase shipping/delivery system efficiency while reducing logistics lead time
	Increase product validity with lead-time management that reduces order cycles
	Logistics Flexibility - Effectively Responds to Rapidly Changing Logistics Environmental Conditions

## 4. 결 론

대내외 경기 불안과 다양한 정치·경제 이슈 등 많은 경영환경의 변화 속에서 기업 경영에서의 화두는 체계적인 리스크관리 능력이라고 할 수 있다. 최근에는 전사적이고 통합적인 관점에서 기업의 적극적인 리스크 관리가 요구되고 있으며, 지속적 성장을 위해 리스크 관리의 중요성이 크게 증가하고 있다.

이를 위해 물류 리스크관리지표(KRIs)를 도출하기 위해 물류 과정에서 발생 가능한 주요 리스크를 선정하여 적기 배송(5개), 주문완료(4개), 주문수정(3개), 피해 및 결함(3개), 관계결함(2개) 및 적법성(1개) 등 총 18개의 핵심리스크를 도출하였고, 발생 가능한 세부 유형별 위험도를 리스크관리지표(KRIs)로 도출하였다. 이때 선정된 리스크들에 대해 국내외 기업들이 활용하는 리스크관리 평가지표, 성과관리지표 등을 참조하였고, 수집된 리스크관리지표들이 국내 중소기업에 적용하는데 적합한지 유용성과 적합성을 분석하였다. 분석 결과 도출된 주요 리스크별로 리스크관리지표(KRIs)를 정의하고 로직을 설계한다. 즉, 잠재적 리스크 노출량(exposure)을 줄일 수 있는 조기 경보 신호의 역할을 할 수 있어야 하며 리스크관리지표(KRIs)는 리스크의 상태의 변화(과거, 현재, 미래)를 나타낼 수 있어야 하고 리스크로서 역할을 할 수 있어야 한다. 그리고 설계된 리스크관리지표(KRIs)의 임계치를 설정하며 모니터링 방법 등을 정의하고, 마지막으로 리스크관리지표(KRIs)를 통해 조기 경보의 목적을 수행하기 위한 소스데이터 정의 및 추출, 관리방안을 제시하였다.

## 저자 소개



### 조 재 환

동국대학교 안전공학과 박사 취득. 현재 유한대학교 산업안전공학과 교수재직중.

관심분야 : 건설안전공학, 안전교육, 안전심리, 전기안전공학, 기계안전공학, 화학안전공학

이처럼 개발된 리스크관리지표를 기업에서 활용하기 위해서는 전문성을 확보한 관리조직의 구축 및 업무분장 등 체계적인 시스템을 구축하여 지속적으로 관리해야 하며, 리스크관리에 대한 명확한 목적과 전략을 세우고, 전사적 차원의 해석과 대응, 계획 등의 프로세스를 수행하여야 한다.

## 5. References

- [1] C. B. Lee, H. C. Kim(2020), "Effect of supply chain risk management factors on risk management strategy and corporate performance." Journal of Korea Port Economic Association, 36(3):55-73.
- [2] E. J. Kim, H. S. Kim(2016), "A study on the risk analysis method on the transport system." Journal of Korean Institute of Navigation and Port Research, 40(3):147-157.
- [3] H. P. Park, J. G. Han(2019), "Development of risk assessment index for construction safety using statistical data." Journal of Korea Institute of Building Construction, 19(4):361-371.
- [4] I. H. Kim(2004), Construction project risk management. Kumundang.
- [5] Korean Standards Association(2012), Development of risk management information service categorization targeting corporations. 2012 Research Report.