



---

---

# 중대형 육상화물운송수단의 친환경차량 도입방안 연구

---

---

2022년 05월 20일  
순천대학교

김진호 - 한국해양대학교 해운항만물류학과  
차재웅 - 한국해양대학교 물류시스템학과 박사과정  
김율성 - 한국해양대학교 물류시스템학과 교수

# 목 차

---

I 서론

II 육상화물운송수단 환경정책 동향

III 선행연구 고찰

IV 실증 분석

V 결론

# I. 서론

## 연구 배경 및 목적

### 친환경 전환

- 무역과 교역의 확대에 따른 운송 수요 증가는 경제적 수준 향상과 함께 환경적 부작용을 유발
- 지구환경 보호를 위해 친환경 에너지원에 대한 필요성 증가

### 운송 산업 영향

- 육상화물운송수단 분야는 전기 / 수소 / LNG / 하이브리드 화물차 도입을 위한 기술연구가 추진
- 제도적으로도 연비 규제(미국, 일본 등) + 배출가스 규제(유럽 'EURO X')에 관한 정책들이 시행
- 국내에서도 중대형 육상화물운송수단의 친환경 연료체계 전환 노력 가속화

### 연구 목적

- 그러나 선행 연구는 기술 개발자 및 정책 입안자의 관점에서 에너지 전환 및 차량 도입연구 추진
- 실제 수요자 관점에서 친환경 중대형 육상화물운송수단의 도입방안 및 대안 파악

## 연구 방법

### 연구 방법

- 관련 동향 및 선행연구 고찰을 통해 화물차 이용자 측면의 친환경차량 도입요인 선정
- 도입요인들을 활용해 AHP 모형을 구축하고 조사 및 분석 실시
- 요인별 가중치를 바탕으로 주요 대안(전기/수소/LNG/하이브리드)들의 우선순위 분석

## II. 육상화물운송수단 환경정책 동향

### 국내 동향

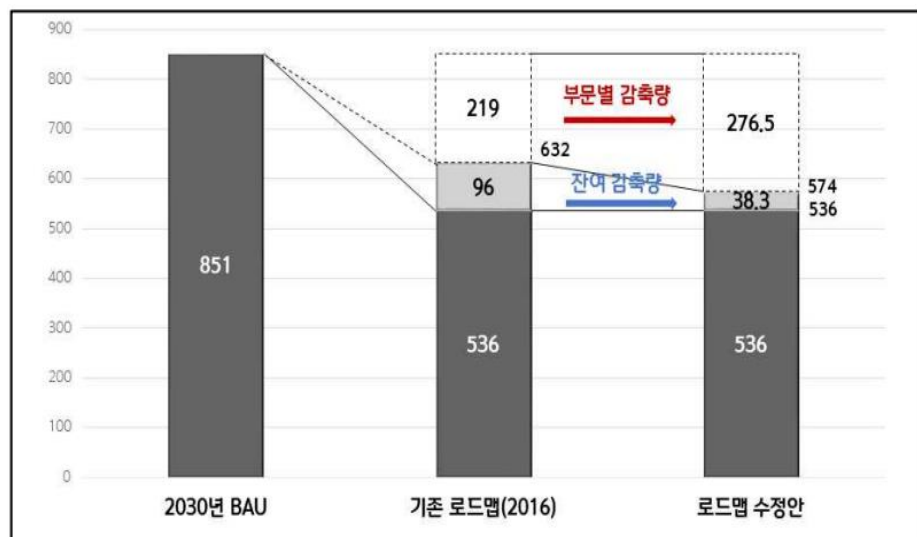
#### 미세먼지 관리 종합계획(2020~2024)

- 노후 경유차 퇴출 가속화 : 2024년까지 노후경유차 80% 이상 퇴출 목표로 조기 폐차 지원
- 신규 경유차 수요 억제 : 수송용 에너지 상대가격 조정, 생산업체 배출가스 인증기준 강화 등 추진
- 저공해차 보급 확대 : 저공해차 구매보조, 보급목표제 도입 등 저공해차 대중화 조기 실현 추진

#### 2030년 국가 온실가스 감축목표 달성을 위한 기본 로드맵 수정안

- 2016년 수립된 기존 로드맵 감축방향 유지 + BAU 대비 국내 감축목표 상향 (25.7% → 32.5%, 약 2.7억톤)

(단위 : 백만톤, %)



부문		배출 전망(BAU)	수정안	
			감축후 배출량(감축량)	BAU 대비 감축률
배출원  감축	산업	481.0	382.4	20.5%
	건물	197.2	132.7	32.7%
	수송	105.2	74.4	29.3%
	폐기물	15.5	11.0	28.9%
	공공(기타)	21.0	15.7	25.3%
	농축산	20.7	19.0	7.9%
	탈루 등	10.3	7.2	30.5%
감축수단  활용	전환	(333.2) <sup>1</sup>	(확정 감축량) -23.7 (추가감축잠재량) -34.1 <sup>2</sup>	-
	E산업/CCUS	-	- 10.3	-
	산림흡수원	-	- 38.3	4.5%
	국외감축 등	-		
기존 국내감축			574.3	32.5%
합계		850.8	536.0	37.0%

## II. 육상화물운송수단 환경정책 동향

### 국내 동향

#### 제2차 지속가능 국가교통물류발전 수정 기본계획

- 친환경차 보급 및 이용 확대 + 전기, 수소차 충전인프라 확대 + 물류수단의 친환경화 등 추진

구분		전기차			수소차		
		승용(63종)	버스(61종)	화물(28종)	승용(1종)	버스(1종)	화물(미보급)
구매 보조금	정부 (최대)	800만원	8,000만원	1,600만원	2,250만원	15,000만원	20,000만원
	예시*	· 코나 구매(서울시) : 800만원(정부) + 400만원(서울) + 3,490만원(자부담)			· 넥쏘 구매(서울시) : 2,250만원(정부) + 1,100만원(서울) + 3,415만원(자부담)		
인센티브		· 개별소비세 취득세 등 최대 530만원 감경 · 전기차 전력요금 특례할인 적용("17.1~)			· 개소세 교육세 취득세 등 최대 660만원 감경 · 사업용 수소차 연료보조금 지급("21~)		
		· 고속도로 통행료 및 공영주차장 주차요금 50% 할인 · 전기·수소차를 이용한 택시운송사업은 부제대상에서 제외 · 시내버스운송사업의 면허 우대(수소버스의 경우 보유대수를 1.3배로 간주) · 노외주차장 친환경차 전용 주차구역 확대(5% 이상)					

\* 구매보조금, 자부담금은 단순 예시이며, 차량 판매가격, 보조금 정책 등에 따라 변동가능

\*\* '20년 기준 급속충전 기본요금 50%, 전력량요금 30% 할인('20.7부터 특례할인 단계적 축소)

구분(누적)		2020	2022	2025	2030
전기충전기 (기)	급속	9,805	15,000	17,000	20,000이상
	초급속	-	300	1,000	2,500
	완속	54,383	200,000	500,000	1,000,000이상
수소충전소(기)		70	310	450	660

#### 제4차 친환경자동차 기본계획(2021~2025)

- 환경친화적 자동차의 개발 및 보급 촉진을 통해 자동차산업의 지속적인 발전과 국민 생활환경의 향상 도모
- 친환경차 확산을 가속화하는 사회시스템 구축
- 전기충전기 보급 및 하이브리드 스테이션 전환계획

차종	지자체별 수소상용차 보급목표
수소버스	경기 4,000대(~'30), 전북 400대(~'30), 광주 316대('30), 충남 200대(~'30), 울산 300대(~'35), 경남 2,000대(~'40)
수소화물차	경남 5톤 수소청소차 150대(~'40), 10톤 수소화물차 2,850대(~'40)

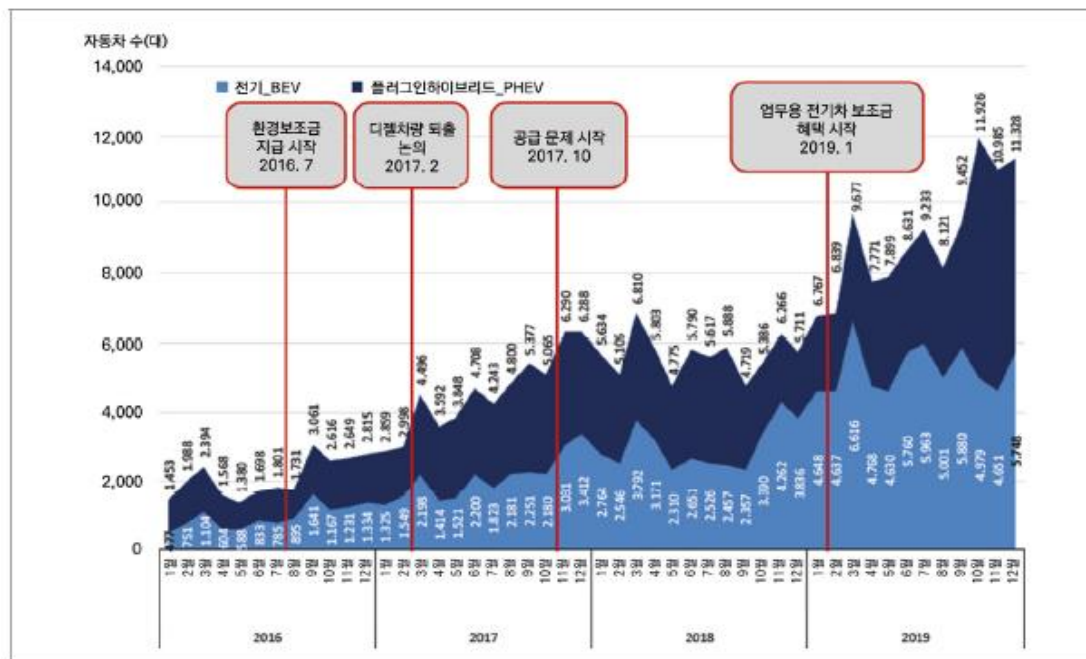
	현재(20.12월)	22년(누적)	25년(누적)
주유소 + 전기차충전기	119	265	609
LPG충전소 + 전기차충전기	6	12	21

## II. 육상화물운송수단 환경정책 동향

### 해외 동향

#### 독일 (Germany)

- 2020년 기준 누적 신차 등록대수 중 52%가 배터리전기차(BEV)이며, 그 외 플러그인하이브리드(PHEV) 차량 수요도 증가 추세
- 친환경자동차 보급 확대를 위한 제도 및 보조금 지급 정책 추진 (e.g. 혁신 프리미엄/Innovationsprämie)



자료: NOW-GmbH(2020b), "Elektromobilität in der Praxis: Zweiter Ergebnisbericht des Zentralen Datenmonitorings des Förderprogramms Elektromobilität vor Ort," p. 21, [https://www.now-gmbh.de/wp-content/uploads/2020/09/now\\_elektromobilitaet-in-der-praxis-zdm.pdf](https://www.now-gmbh.de/wp-content/uploads/2020/09/now_elektromobilitaet-in-der-praxis-zdm.pdf)(검색일: 2021. 1. 18).

배터리전기차 혹은 연료전기차			
	차량 순 지불가격이 € 40,000 미만인 경우의 국가보조금 규모	차량 순 지불가격이 € 40,000 이상인 경우의 국가보조금 규모	최소 보유기간
구매 시	6,000유로	5,000유로	6개월
리스 기간	6~11개월	1,500유로	6개월
	12~23개월	3,000유로	12개월
	23개월 초과	6,000유로	24개월
플러그인하이브리드 전기차			
	차량 순 지불가격이 € 40,000 미만인 경우의 국가보조금 규모	차량 순 지불가격이 € 40,000 이상인 경우의 국가보조금 규모	최소 보유기간
구매 시	4,500유로	3,750유로	6개월
리스 기간	6~11개월	1,125유로	6개월
	12~23개월	2,250유로	12개월
	23개월 초과	4,500유로	24개월

자료: BAFA(2020a), "Förderung von elektrisch betriebenen Fahrzeugen," p. 3; BAFA, "Einzelantrag stellen," [https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Elektromobilitaet/Neuen\\_Antrag\\_stellen/neuen\\_antrag\\_stellen.html](https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Elektromobilitaet/Neuen_Antrag_stellen/neuen_antrag_stellen.html)(검색일: 2021. 1. 18).

## II. 육상화물운송수단 환경정책 동향

### 해외 동향

#### 프랑스 (France)

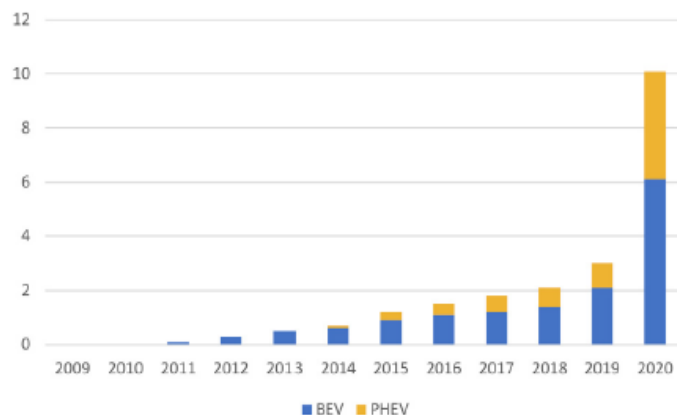
- 2008년 이후 친환경자동차 구입시 보조금 및 각종 혜택 지원 + 온실가스 배출차량 구매 시 부담금 징수  
→ 보너스-말러스 시스템
- 전기차 및 플러그인 하이브리드 자동차 구매 시 차량 가격을 기준으로 보조금 정액 지급
- 공해차량 폐차 및 친환경차량 전환지원금 별도 지급
- 친환경차량 판매 비중은 2018년 2% 미만 → 2020년 10% 이상으로 증가

(단위: 유로)

차종	차량가격 기준	보조금	
		2021년 6월 30일까지	2021년 7월 1일부터
전기차	45,000유로 미만	7,000	6,000
	45,000유로 미만(법인)	5,000	4,000
	45,000~60,000유로	3,000	2,000
	60,000유로 이상(수소차)	3,000	2,000
플러그인하이브리드	50,000유로 미만	2,000	1,000

자료: 프랑스 정부, "Comment fonctionne le bonus-malus sur l'achat d'un véhicule?" <https://www.economie.gouv.fr/cedef/bonus-malus-automobile#:~:text=Le%20d%C3%A9cret%20du%207%20d%C3%A9cembre,du%20m%C3%AAs%20montant%20en%202022>(검색일: 2021. 1. 19).

(단위: %)



자료: EAFQ, "France," <https://www.eafo.eu/countries/france/1733/vehicles-and-fleet>(검색일: 2021. 1. 30)  
토대로 저자 작성.

## II. 육상화물운송수단 환경정책 동향

### 해외 동향

#### 미국 (USA)

- 전기차 구매자에게 세액 공제(Qualified PEV tax credit) 형식으로 보조금 지급
  - 최소 2,500달러, 최대 7,500달러까지 차량 배터리 용량 및 중량에 따라 차등 지급
- 캘리포니아, 뉴욕, 시카고 등은 주(State) 자체적인 친환경차 전환 보조금 제도 운영
  - 전기, 수소 트럭 전환 시 추가 비용의 80% 또는 전액 지원

프로그램명	캘리포니아 HVIP	뉴욕주 NYTVIP	시카고 Drive Clean Chicago
운영기관	CARB	NYSERDA, NYSDOT, NYCDOT	Chicago DOT
재원 출처	CA Cap-and-Trade Auction revenues	CMAQ	CMAQ
총예산(2019)	4억 4,400만 달러	1,900만 달러	1,400만 달러
대상차종	Class1-8(총중량>5,000)	Class2b-8(총중량>8,500)	Class2b-8(총중량>8,500)
보조금 규모	전기·수소트럭 추가비용 100% 지급, 상한액 30만 달러	전기자동차 추가비용 80% 지급, 상한액 15만 달러	트럭과 버스 전기자동차 추가비용 80% 지급, 상한액 15만 달러
지급조건	낙후지역은 추가 지원 재생연료 사용 요구	지급 차량은 반드시 30개 대기보전 카운티 중 한 곳에서 전체 운영시간의 70% 이상 운행해야 함	지급 차량은 반드시 시카고 지역 6개 카운티에서 운영, 전기충전소와 소형차도 지원 가능

자료: Welch and Mandel(2019), Voucher Incentive Program : A tool for clean commercial vehicle deployment



## II. 육상화물운송수단 환경정책 동향

### 시사점

#### 주요 시사점

- 배출허용기준과 관련된 국외 정책 및 기준 수립 사례를 비교해 보면, 국내 정책의 기준도 높은 편임을 확인
- 육상화물운송에 대한 수급관리 차원의 접근 고려 필요
  - 유럽의 유류세 환급 사례에서 지적되는 시장 왜곡문제 및 환경오염 문제 등을 감안
  - 국내에서도 유가보조금 제도를 단계적으로 조정 및 검토할 필요가 있음
- 국내에서는 아직 화물차의 친환경차량 전환에 대한 경제성 및 수익성 등 보급 타당성이 부족
- 노후 운행차량의 오염물질 저감을 위해 경유 화물차에 대한 배출가스 관리 강화 필요
  - 운행차량 배출가스 관리가 오염자 부담 원칙에 입각하여 추진되도록 제도 개선 필요
  - 화물차 통행량이 많은 지점을 중심으로 수도권에서 시행 중인 공해차량 운행제한 제도 도입 검토 필요

### Ⅲ. 선행연구 고찰

#### 선행연구를 통한 AHP 평가항목 도출

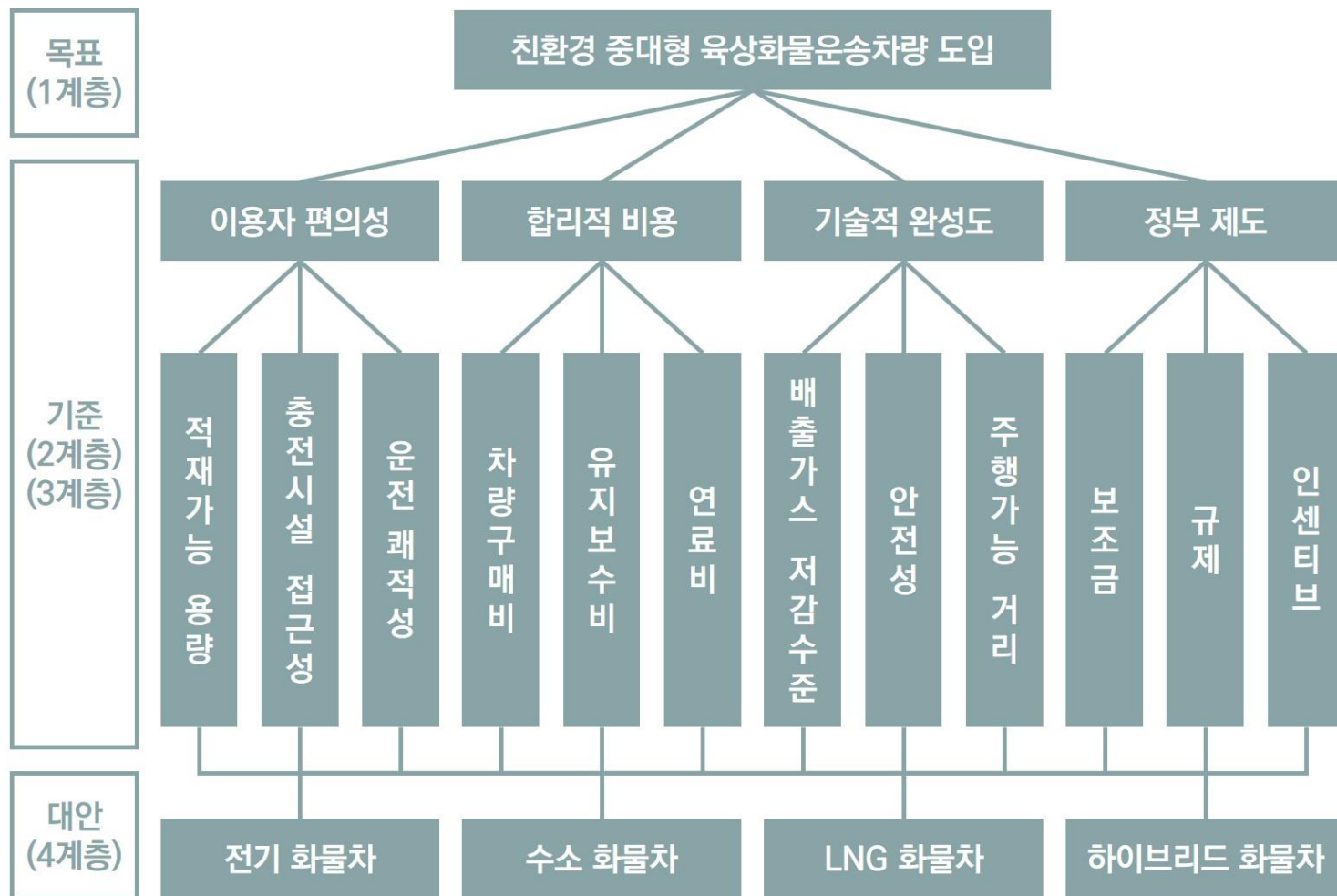
##### AHP 평가항목 도출

➤ 친환경차량 도입과 관련된 선행연구를 검토하여 본 연구에서 활용할 AHP 평가항목 도출

선행연구	이용자 편의성			합리적 비용			기술적 완성도			정부 제도		
	적재가능 용량	충전시설 접근성	운전 쾌적성	차량구매 비	유지 보수비	연료비	배출가스 저감수준	안전성	주행가능 거리	보조금	규제	인센티브
남은빈 외 (2021)	✓	✓		✓	✓	✓		✓		✓		✓
이명복 외 (2010)			✓	✓		✓		✓		✓		✓
이광주 외 (2010)		✓	✓		✓		✓		✓			✓
박상민 외 (2012)	✓				✓			✓				✓
손민희 외 (2016)		✓			✓	✓		✓			✓	
한진석 외 (2019)			✓	✓				✓		✓	✓	
오수영 외 (2021)	✓		✓			✓	✓			✓		✓
유한솔 외 (2021)		✓		✓		✓	✓	✓	✓	✓		
김용기 외 (2021)		✓				✓		✓	✓			✓
석주현 (2018)		✓		✓					✓		✓	

## AHP 모형 설계

### AHP 모형 설계



## AHP 모형 설계

### AHP 평가항목별 의미

2계층 평가항목	3계층 평가항목	의미
이용자 편의성	적재가능 용량	차량에 적재할 수 있는 용량 및 중량이 충분하다.
	충전시설 접근성	충전시설이 적재적소에 위치하여 접근성이 좋다.
	운전 쾌적성	운전 시 승차감, 온도 등이 기존 차량 대비 쾌적하다.
합리적 비용	차량구매비	차량을 구매하는 비용적 부담이 적다.
	유지보수비	차량의 수리·관리 등 유지보수하는 비용적 부담이 적다.
	연료비	기존 석유 연료에 비해 연료비 부담이 적다.
기술적 완성도	배출가스 저감수준	차량 운행 시 배출되는 배기가스가 적다.
	안전성	차량이 기술적으로 매우 안전하다.
	주행가능 거리	차량의 주행가능한 거리가 충분히 길다.
정부 제도	보조금	정부에서 차량구매, 연료비 등에 보조금을 준다.
	규제	정부에서 노후차량 폐차, 배기가스 제한 등 규제를 한다.
	인센티브	정부가 친환경차량 운행 시 통행료 면제, 면세 혜택 등 각종 인센티브를 제공한다.

## IV. 실증 분석

### 설문조사 결과

#### 응답자 일반현황

구분	응답자 일반현황					
직급	①임원급 (00%)	②부서장 (00%)	③차장 (00%)	④과장 (00%)	⑤대리 이하 (00%)	⑥기타 (00%)
근무연수	①30년 이상 (00%)	②20~30년 (00%)	③10~20년 (00%)	④5~10년 (00%)	⑤5년 이하 (00%)	
근무지	①사무직 (00%)	②현장직 (00%)				
연령	①60세 이상 (00%)	②50~60세 (00%)	③40~50세 (00%)	④30~40세 (00%)	⑤30세 이하 (00%)	

#### 설문지 배부 현황 및 응답자 일관성 검정

- 총 00부 중 00부를 회수하여 설문지 회수율 00%
- 응답자별 응답 일관성 검정을 위한 일관성 검정 결과 00부를 제외한 총 00부(00%)의 응답 일관성 확인
- 응답의 일관성이 확보된 00부의 설문지를 활용하여 각 항목별 기하평균을 최종 분석 데이터로 활용
- 분석결과 도출된 가중치를 통해 도입요소들의 우선순위 도출
- 응답자들이 전기화물차/수소화물차/LNG화물차/하이브리드화물차 등 4개 대안에 대한 평가에 가중치를 곱하여 대안들의 도입 우선순위(선호도) 파악

## 결과 요약

### 주요 결과 요약(설문 추가 진행 중)

#### ➤ 친환경화물차 도입을 위한 평가요소들의 종합 우선순위 도출

종합가중치			최종 가중치(w)	순위
이용자 편의성	0.124	적재가능 용량	0.041	9
		충전시설 접근성	0.061	7
		운전 쾌적성	0.022	11
합리적 비용	0.517	차량구매비	0.191	1
		유지보수비	0.189	2
		연료비	0.137	3
기술적 완성도	0.204	배출가스 저감수준	0.024	10
		안전성	0.096	4
		주행가능 거리	0.085	5
정부 제도	0.154	보조금	0.077	6
		규제	0.021	12
		인센티브	0.056	8
		가중치 합계	1.000	

#### ➤ 친환경화물차 대안평가

대안평가	가중치x평가점수	최종순위
전기 화물차	3.595	2
수소 화물차	2.340	4
LNG 화물차	3.249	3
하이브리드 화물차	3.839	1