

다양한 도로조건에서 적용 가능한 TMA와 공사장 사이 완충거리의 고찰

2021년도 춘계학술대회
한국도로학회 온라인 학술대회

경기대학교 도시·교통공학과 연구원 전창현
연구원 하창목
교수 오홍운

연구 배경

- 공사장에서 작업자의 보호를 위하여 장착차량으로부터 공사장 시점까지 일정한 완충거리가 필요함
- 미국의 설치 지침과 국내 고속도로 공사장 관리기준에서는 유사한 기준을 제시하고 있지만 국내 기준에 대해 더 다양한 도로조건에 대하여 제시할 필요가 있음
- 다양한 도로조건에서 여러 가지 변수 (충돌차량 중량, 충돌차량 속도 혹은 주변속도, 마찰계수, 장착차량이나 방호역할을 하는 차량의 중량, 중력가속도 등)들을 고려하여 에너지 보전원리 식을 이용해 이상적인 완충거리를 계산할 필요가 있음

연구 목적

- 국내의 기준에 대해 더 다양한 도로조건에 대하여 TMA와 공사장 사이의 완충거리를 제시하는 것을 목적으로 함
- 에너지 보전원리의 식에 사용되는 여러가지 변수(충돌차량 중량, 충돌차량 속도 혹은 주변속도, 마찰계수, 장착차량이나 방호역할을 하는 차량의 중량, 중력가속도 등)들을 고려하여 이상적인 완충거리를 계산하는 것을 목적으로 함

연구 방법

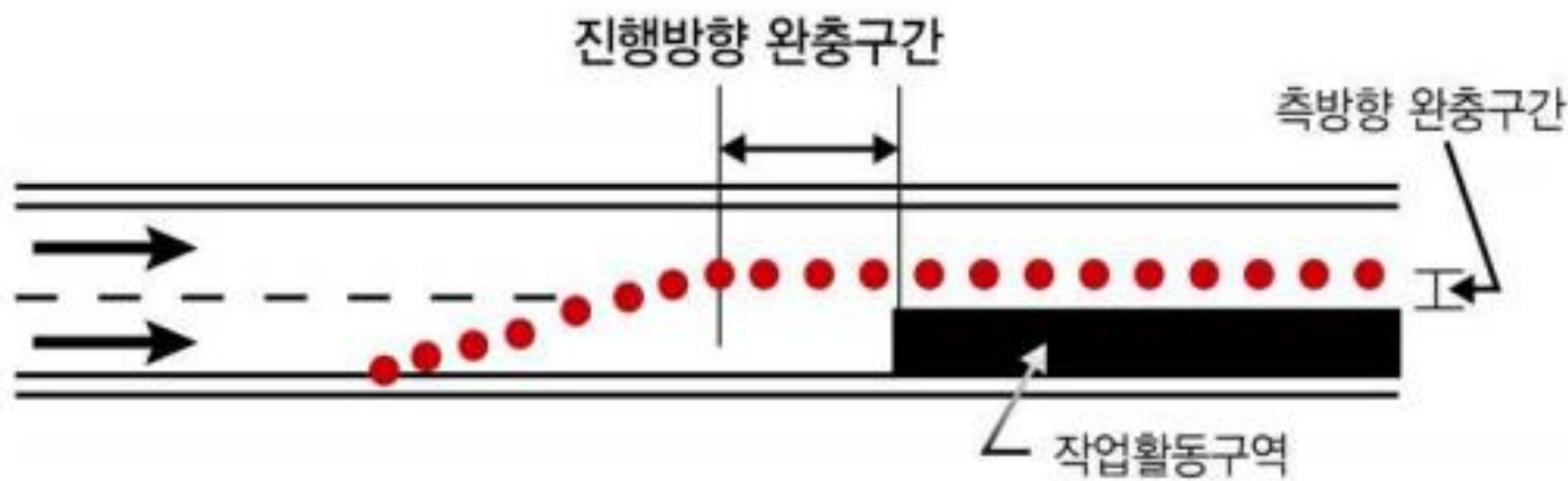
- 해외 문헌과 국내 문헌을 비교 분석하여 차이점과 개선되어야 할 점을 검토함
- 에너지 보전원리 식의 변수를 이용하여 여러 상황에 맞춰 각 상황에 이상적인 완충거리를 계산하고 검토함

문헌검토를 통한 각 완충거리 지침

- ▶ 미국의 설치 지침 (Roadside Design Guide, American Association of State Highway and Transportation Officials, 2011)
 - 주행속도별로 90km/h 이상의 경우, 70~90km/h 경우, 70km/h 미만의 경우 등을 구분하여 TMA와 공사장 사이의 완충거리를 제시함
 - 무게별로 10톤 이상, 4.5톤 ~ 10톤 미만의 장착차량의 경우 정지된 작업과 이동작업을 구분하여 제시함

그림자형 장착 이동 차량(Shadow Vehicle)이 10ton 이상일 때		
운영속도(85th 속도 등 관찰속도)/제한속도	권장되는 간격*	
	정지작업	이동작업
km/h	m	m
90 이상	45	52.5
70-90	30	45
70이하	22.5	30
그림자형 장착 이동 차량(Shadow Vehicle)이 4.5 ~ 10ton 일 때		
운영속도(85th 속도 등 관찰속도)/제한속도	권장되는 간격*	
	정지작업	이동작업
km/h	m	m
90 이상	52.5	67.5
70-90	37.5	52.5
70이하	30	30

- ▶ 국내 고속도로 공사장 관리기준 (도로공사장 교통관리지침, 국토교통부안전선도로과 2018)
 - 제한속도별로 110km/h, 100km/h, 90~80km/h, 70km/h이하 경우 등을 구분하여 완충구간 길이를 제시함



제한속도(km/h)	완충구간 길이(m)
110	70 이상
100	50 이상
90~80	30 이상
70 이하	20 이상

에너지 보전원리 공식에 따른 완충거리

- TMA와 공사장 사이의 완충거리는 속도에 따라 그리고 차량의 중량에 따라 다름
- 이를 고려하기 위해 완충거리의 계산식을 제시함
- 고려해야할 변수는 충돌차량 중량, 충돌차량 속도 혹은 주변속도, 마찰계수, 장착차량이나 방호역할을 하는 차량의 중량, 중력가속도 등임
- 이동작업과 정지작업을 하는 공사장에 대해서도 고려 가능함
- 주변속도와 장착차량의 속도 차 만큼의 운동에너지를 감소하여 완충거리를 더 작게 계산할 수 있음
- 완충거리에 관한 식은 운동에너지와 일의 공식을 사용하여 구할 수 있음

$$\frac{1}{2} \times m_1 v^2 = \mu \times m_2 \times g \times S$$

$$S = \frac{m_1 v^2}{2\mu \times m_2 \times g}$$

여기서

m_1 = 충돌차량 중량, 톤, 일반적으로 2.5~10톤

v = 충돌차량과 방호차량의 속도차, m/s,

-20km/시 이동작업중 주변속도 100km/시(=27.8m/s) 경우에는 속도차이는 80km/시(=22.2m/s)

- 0km/시 정지작업중 주변속도 100km/시(=27.8m/s) 경우에는 속도차이는 100km/시 그대로 사용

μ = 마찰계수, 정지 시 0.7 이동시 0.42 사용

m_2 = 장착차량이나 방호역할을 하는 차량의 중량, 톤, 일반적으로 2.5 ~ 10톤

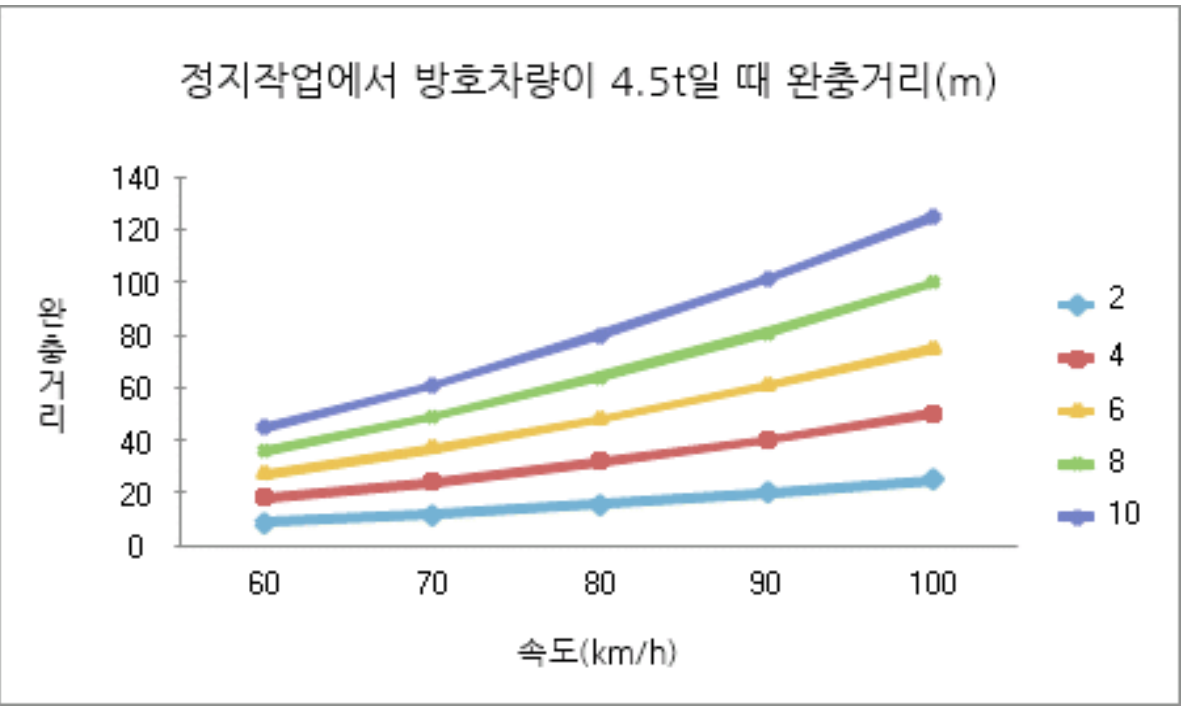
g = 중력가속도, 9.8m/s²

S = 완충거리, m

에너지 보전원리 식을 이용한 결과 값

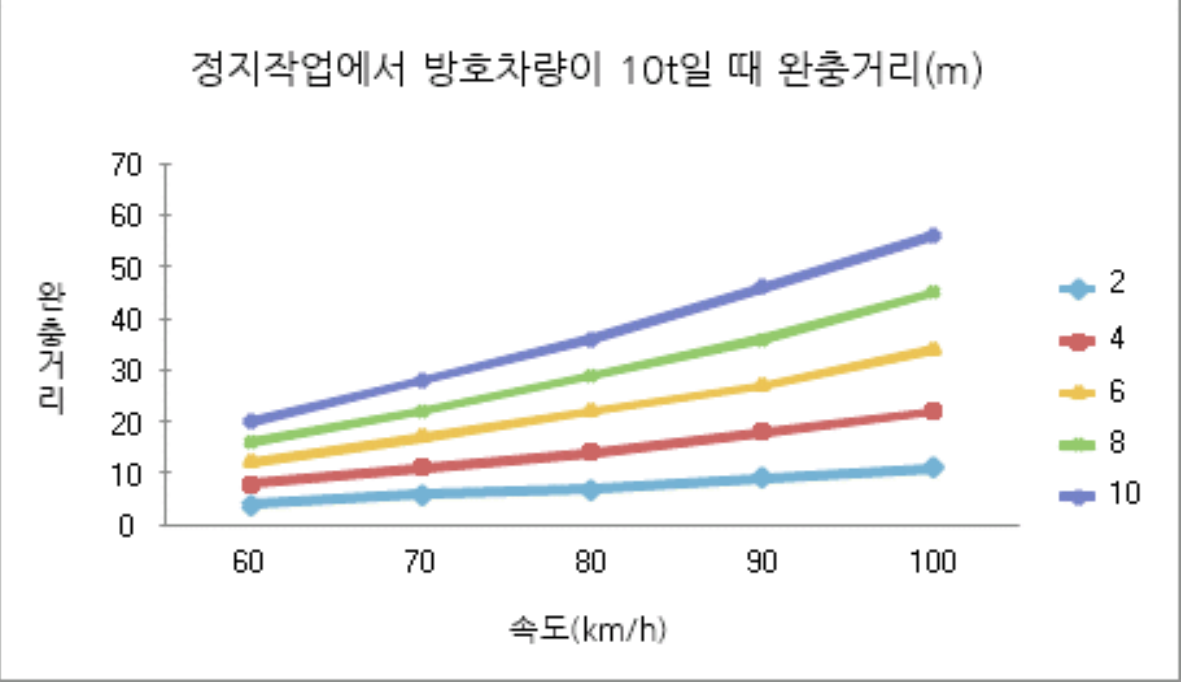
- ▶ 정지작업에서는 0.7의 마찰계수를 이동작업에서는 0.42의 마찰계수로 고정함
- ▶ 이동작업에서는 주행차와 작업차가 같은 방향으로 움직이므로 주행속도에서 20km/h를 차감함
- 정지작업에서 $m_2 = 4.5t$, $\mu = 0.7$ 일 때 완충거리

속도 (km/h)	충돌차량의 무게(ton)에 따른 완충거리(m)				
	2	4	6	8	10
60	9	18	27	36	45
70	12	24	37	49	61
80	16	32	48	64	80
90	20	40	61	81	101
100	25	50	75	100	125



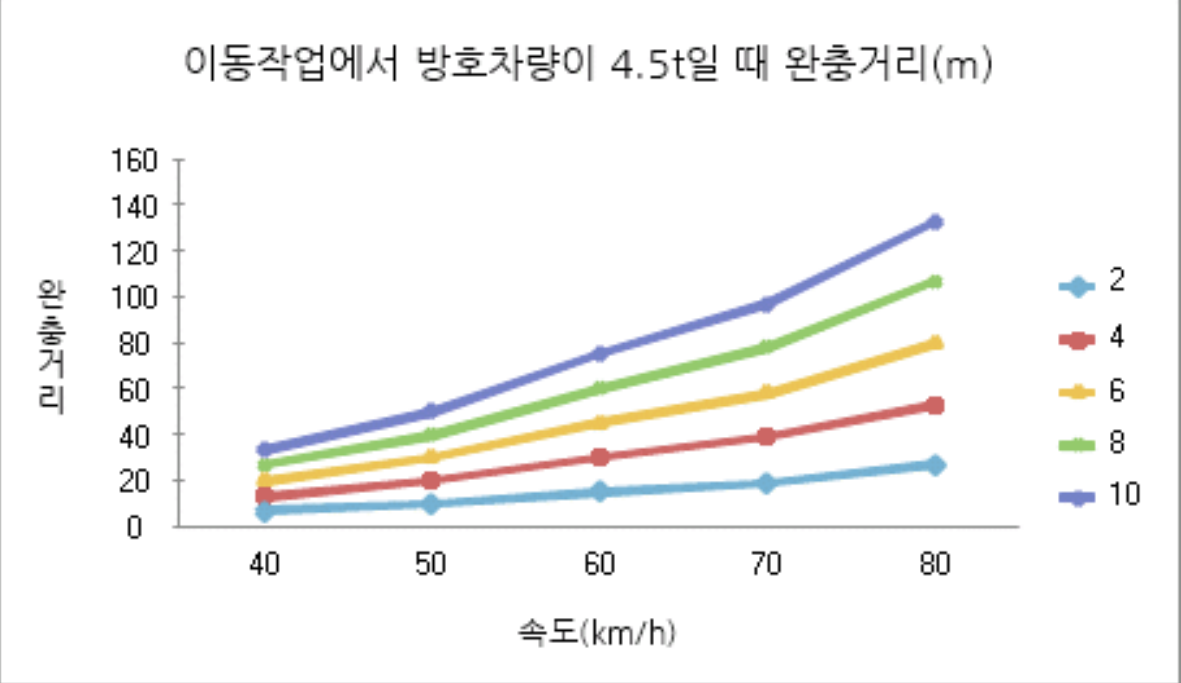
- 이동작업에서 $m_2 = 10t$, $\mu = 0.7$ 일 때 완충거리

속도 (km/h)	충돌차량의 무게(ton)에 따른 완충거리(m)				
	2	4	6	8	10
60	4	8	12	16	20
70	6	11	17	22	28
80	7	14	22	29	36
90	9	18	27	36	46
100	11	22	34	45	56



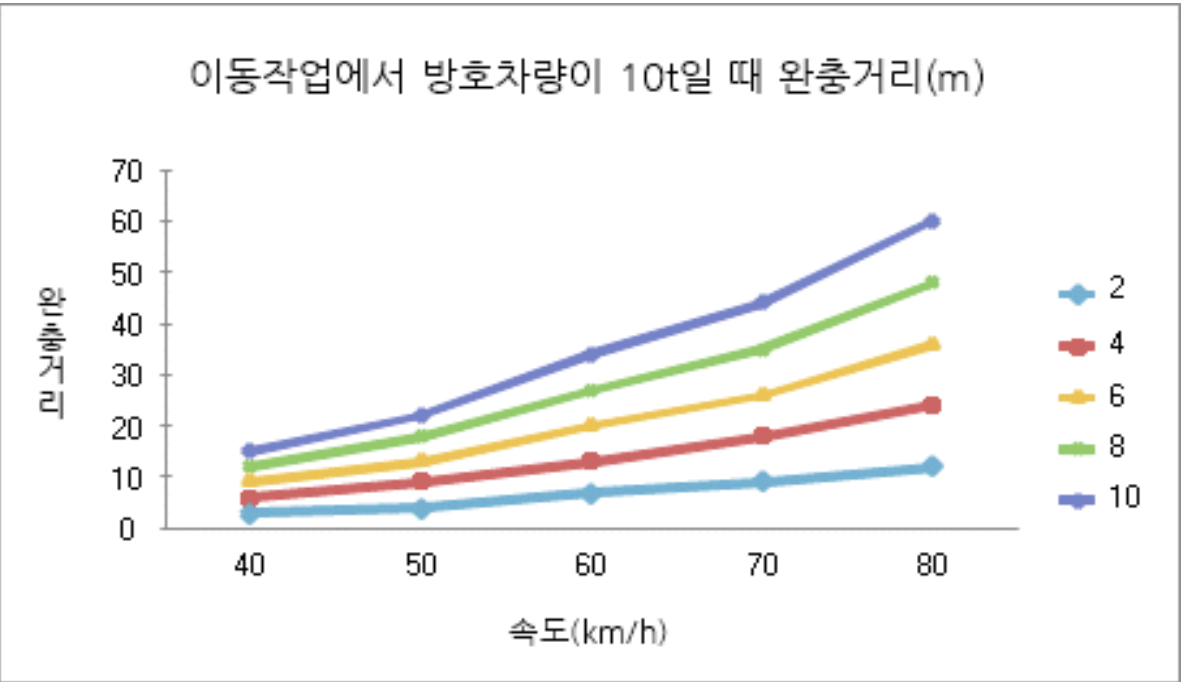
- 이동작업에서 $m_2 = 4.5t$, $\mu = 0.42$ 일 때 완충거리

속도 (km/h)	충돌차량의 무게(ton)에 따른 완충거리(m)				
	2	4	6	8	10
40	7	13	20	27	33
50	10	20	30	40	50
60	15	30	45	60	75
70	19	39	58	78	97
80	23	47	71	94	117



- 이동작업에서 $m_2 = 10t$, $\mu = 0.42$ 일 때 완충거리

속도 (km/h)	충돌차량의 무게(ton)에 따른 완충거리(m)				
	2	4	6	8	10
40	3	6	9	12	15
50	4	9	13	18	22
60	7	13	20	27	34
70	9	18	26	35	44
80	12	24	36	48	60



결과

- ▶ 국내와 미국의 공사장 완충거리 비교 분석
 - 미국의 설치지침에는 장착차량의 무게에 대한 내용이 있지만 국내의 공사장 관리기준에는 무게에 대한 내용이 반영되어 있지 않음
 - 미국의 설치지침에는 작업여부에 따라 정지작업, 이동작업으로 구분해서 권장되는 간격이 나와있지만 국내의 공사장 관리기준에는 작업에 따라 분류해 놓지 않음

에너지 보전원리 식에 따른 결과 값 분석

- 정지작업보다 이동작업의 완충거리 길이가 좀 더 길어야 함
- 장착차량이 무거우면 완충거리가 최소화되어 차량을 작업공간에 더 가까이 배치 가능함
- 장착차량이 4.5t 일 때 정지작업의 최대 길이는 125m, 이동작업의 최대 길이는 133m
- 장착차량이 10t 일 때 정지작업의 최대 길이는 56m, 이동작업의 최대 길이는 60m

결론

- ▶ 국내 지침의 아래 항목을 더 구체적으로 개선하여 명시해 놓을 필요가 있음
 - 이동작업과 정지작업에 대한 분류가 필요함
 - 장착차량의 무게에 따라 완충거리에 대한 분류가 필요함
 - 속도에 관해서 좀 더 세분화가 필요함
 - 각 변수들을 이용한 에너지 보전원리를 이용해 구한 값을 토대로 공사장 완충거리를 결정함