

## 그린네트워크 도로설계기법 적용을 위한 평가지표 연구

A Study on Evaluation Index for the Application of Road Design Technique in Green Network



손원표



강전용



송민태



박경석

### 서론

지구온난화로 인한 이상기후는 자연재해의 발생 등 큰 피해를 초래하여 범지구적 차원에서는 기후 변화협약이 체결되고 세계 각국은 온실가스 배출을 저감하기 위한 가시적인 노력을 경주하고 있다.

특히 탄소배출의 주요 원인으로 교통부문이 부각되면서 도로는 자연환경을 훼손하고 자동차는 탄소발생을 증대시키는 요인으로 인식되고 있다.

실제 기존의 도로는 기능성과 경제성, 안전성 위주로 구성되어 주변 자연환경을 훼손하고 탄소배출에 대한 고려가 소홀하여, 도로건설에 따른 자연환경의 훼손을 최소화하고 자연환경에 순응하여 탄소발생을 저감시키는 설계기술의 개발이 요구되고 있다.

이러한 지속가능 사회의 녹색도로 구현을 위하여 탄소중립과 생태계 보전을 목표로 하여 자연환경과

조화를 이루는 도로건설과 도로공간의 녹지 조성 등 환경복원을 통해 탄소발생을 저감하는 「탄소저감형 그린네트워크(Green-Network) 도로」 설계기술의 연구개발이 진행 중에 있다.

도로건설에 따른 주변 자연환경의 훼손 최소화 및 탄소발생량의 저감을 통하여 자연환경에 순응하는 도로환경을 도모하고, 동식물종의 서식지 훼손을 최소화하기 위한 횡단면 설계기법과 탄소배출을 최소화 하는 도로선형 계획, 탄소흡수원 확보를 위한 도로수목 식재 등 다양한 탄소저감형 그린네트워크 도로설계기술을 개발하고 있다.

본 연구는 이러한 그린네트워크 도로설계기술에 대한 효과를 평가할 수 있는 지표를 개발하는데 목적이 있으며, 지역 및 노선특성에 맞는 최적의 기법 적용, 도로의 계획단계에서 각 설계기법 적용에 대한 적절성을 판단하기 위한 객관화된 지표개발을 통

손원표 : 동부엔지니어링(주) 기술연구소, wpshon@dbeng.co.kr, 직장전화 : 02-2122-6786, 직장팩스 : 02-2122-6960  
 강전용 : 동부엔지니어링(주) 기술연구소, kangdazzy@dbeng.co.kr, 직장전화 : 02-2122-6977, 직장팩스 : 02-2122-6960  
 송민태 : 동부엔지니어링(주) 기술연구소, diazsong@dbeng.co.kr, 직장전화 : 02-2122-6746, 직장팩스 : 02-2122-6960  
 박경석 : (주)KG엔지니어링 교통계획2부, dugarry83@naver.com, 직장전화 : 02-3780-6114, 직장팩스 : 02-3780-6120

하여 탄소저감을 위한 그린네트워크 도로 설계기술에 대한 실무적용성을 극대화하는데 의의가 있다.

## 본론

### 1. 그린네트워크 도로의 개념

그린네트워크 도로라 함은 도로설계요소별 탄소의 감소, 흡수, 회피를 위한 설계기법을 적용하여 시공 및 운영·유지관리시 탄소발생을 최소화 하는 녹색도로를 말한다.

그린네트워크 도로를 구현하기 위해서는 도로의 시공·운영·유지관리 단계에서 탄소발생을 최소화하기 위한 그린네트워크 도로설계기법 개발이 중요하다.

그린네트워크 도로설계기법은 탄소 배출량을 최소화 할 수 있는 도로설계기법으로 본 연구에서는 효과평가 대상 주요 설계기법을 세 가지 부문 즉, 도로선형 설계부문, 횡단면 설계 부문 그리고 도로수목 설계부문으로 구분하였다.

표 1. 효과평가 대상 주요 설계기법

구분	주요 요소
그린네트워크 도로설계요소	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 평면선형, 종단선형, 선형조합(복합선형)</li> </ul>
횡단면	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 중앙분리대, 비탈면, 환경시설대</li> </ul>
도로수목	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 탄소흡수량, 성장속도, 환경적응성</li> </ul>

### 2. 평가지표 개발방안

그린네트워크 도로설계기법 적용을 위한 평가지표는 그린네트워크 도로의 설계·계획단계에서 그린네트워크 도로 설계기법 적용의 적절성 판단을 위하여 목적이며 지표는 그린네트워크 도로설계의 주요 구성 요소인 도로선형, 횡단면, 도로수목에 대하여 설계에 대한 평가가 가능하도록 정성적 지표를 개발하고자 한다. 평가지표의 개발 순서는 그림 1과 같다.

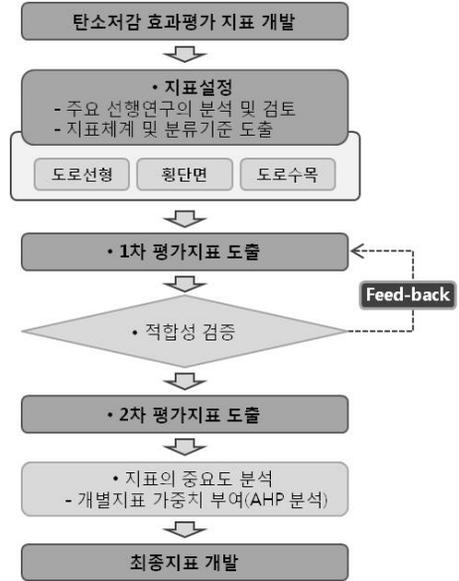


그림 1. 지표개발 프로세스

### 3. 평가지표의 개발

#### 1) 사례연구를 통한 지표설정

국내 관련 문헌 연구 및 보고서, 보도자료 등을 통하여 지표의 분석 및 검증과정을 거쳐 그린네트워크 도로설계기법 적용을 위한 지표개발의 방향을 마련하였다. 기존의 지표개발은 주로 사업지 선정과 효과평가를 위한 지표개발 위주로 연구가 수행이 되었으나 본 연구에서는 기법의 적용성 측면에서 접근하여 전문가 자문을 통한 검증 과정을 거쳐 최종 지표개발을 하고자 한다.

지표개발 관련 국내의 선행연구 사례를 조사한 결과 녹지면적의 확보, 주요식생 보존, 친환경 포장 등 환경성에 초점을 맞추어 지표가 제시되었다.

기존 사례연구를 통하여 지표의 인용횟수, 대표성, 객관성, 측정가능성 등을 고려하여 지표를 종합하였으며, 이를 근거로 내부 브레인스토밍 및 전문가 자문을 통하여 각 지표의 적합성 검증을 위한 지표를 설정하였다.

설계요소별 지표특성은 환경성, 경제성, 시공성 및 유지관리로 구분하였으며 도로선형의 경우 기술성 지표를 추가하였다.

표 2. 평가지표 도출을 위한 사례연구 조사

대분류	지표 특성	평가지표	선행연구사례												인용 횟수
			A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
도로 선형	기술성	평면 기하구조의 적정 범위 반영													0
		종단 기하구조의 적정 범위 반영													0
		평면 및 종단 기하구조 조합의 적절성													0
		주행 일관성 확보													0
		감가속도의 최소화 유도													0
		교량설치의 적절성													0
		터널설치의 적절성													0
		자연스러운 분리선형 적용에 의한 탄소흡수원 확보													0
환경성	주요식생 보존	주요식생 보존		●	●			●				●	●	●	6
		녹지축 보존													0
		선형에 따른 녹지축 구성				●	●	●	●						4
		충분한 녹지면적 확보	●	●					●	●	●	●		●	7
경제성	대지의 환경적 가치를 고려	대지의 환경적 가치를 고려						●					●	2	
		환경비용분석을 통한 경제성 확보												●	1
시공성 및 유지 관리	도로 건설시 탄소배출량 고려	도로 건설시 탄소배출량 고려												0	
		장비 조합의 적절성													0
		토공량 발생의 적절성										●	●	●	3
		운영 및 유지관리 계획 수립							●						1
환경성	LID적용을 통한 녹지면적 확보	LID적용을 통한 녹지면적 확보												0	
		탄소저감형 친환경포장 등의 적용				●	●	●					●	4	
		절·성토부 비탈면 기울기 완화													0
		고저부리 복단면 적용으로 탄소흡수원 확보													0
경제성	대지의 환경적 가치 고려	대지의 환경적 가치 고려						●					●	2	
		환경비용분석을 통한 경제성 확보												●	1
시공성 및 유지 관리	토공량 발생의 적절성	토공량 발생의 적절성										●	●	●	3
		운영 및 유지관리 계획 수립							●						1
도로 수목	환경성	횡단구성요소별 적절한 수목선정												0	
		활착률이 우수한 수목선정												0	
		기후 및 지역특성에 적합한 수목선정												0	
		계절에 변화에 따른 내구성이 우수한 수목선정												0	
	경제성	탄소흡수량을 고려한 수목선정으로 환경비용 절감	탄소흡수량을 고려한 수목선정으로 환경비용 절감											0	
			비탈면 기울기 완화에 따른 수목의 활착률 증가												0
	시공성 및 유지 관리	활착성공률을 개선할 수 있는 식재기반 조성	활착성공률을 개선할 수 있는 식재기반 조성											0	
			활착성공률을 개선할 수 있는 식재 시공기술 적용												0

주 : 인용횟수가 0인 지표는 본 연구진의 연구에 의해 개발된 지표임  
A : 지역 녹색경쟁력 지표, 행정안전부, 2011  
B : 한국형 생태도시 계획지표 개발에 관한 연구, 이재준 외, 국토계획 제40권 제4호  
C : 저탄소 녹색주거단지 설계요소 중요도 분석에 관한 연구, 지승운, 2010  
D : 탄소중립도시의 계획요소기술에 관한 연구, 대한건축학회(이강식, 이명식), 2009  
E : 탄소중립도시, 이상문, 2012  
F : 녹색도시 평가지표, 한국환경공단, 2012  
G : 저탄소사회를 향한 지방정부의 탄소제로 도시정책 연구, 김홍주, 2009  
H : 전략환경평가 제도의 효율적 운영기법 마련을 위한 연구, 환경부, 2007  
I : 동탄(2) 신도시 지구단위계획 시행지침, 화성시, 2011  
J : 인천검단지구 개발계획 및 실시계획 변경고시문, 국토교통부, 2013  
K : 광교지구 택지개발사업 지구단위계획 시행지침, 수원시, 2012  
L : 환경친화적인 도로노선 선정을 위한 정량적 평가기법 개발에 관한 연구, 최준규, 2002  
M : 전략환경평가 제도의 효율적 운영기법 마련을 위한 연구, 환경부, 2007  
N : 저탄소 녹색도로 인증제도 지표 개발 및 평가 설정 연구, 한국건설기술연구원, 2012

그린네트워크 도로설계기법 적용을 위한 평가지표는 사례연구를 통한 지표의 종합을 근거로 하여 내부 브레인스토밍 및 전문가 자문을 실시하여 적절하다고 판단되는 지표를 도로선형, 횡단면, 도로수목으로 구분하여 각각 17개, 9개, 9개의 지표를 설정하였다. 지표의 설정은 지표의 적합성 검증을 위한 전문가 설문(1차)을 목적으로 제시하였다.

표 3. 도로선형 설계 평가지표(1차 평가지표)

특성	연번	지표항목
기술성	1	평면 기하구조의 적정 범위 반영
	2	종단 기하구조의 적정 범위 반영
	3	평면 및 종단 기하구조 조합의 적절성
	4	주행 일관성 확보
	5	감가속도의 최소화 유도
	6	교량설치의 적절성
	7	터널설치의 적절성
환경성	8	주요식생 보존
	9	녹지축 보존
	10	선형에 따른 녹지축 구성
	11	충분한 녹지면적 확보
	12	자연스러운 분리선형 적용에 의한 탄소흡수원 확보
경제성	13	대지의 환경적 가치 고려
	14	환경비용분석을 통한 경제성 확보
시공성 및 유지관리	15	도로 건설시 탄소배출량 고려
	16	토공량 발생의 적절성
	17	운영 및 유지관리 계획 수립

표 4. 횡단면 설계 평가지표(1차 평가지표)

특성	연번	지표항목
환경성	1	LID기법 적용을 통한 녹지공간 확보
	2	절·성토부 비탈면 기울기 완화를 통한 식재공간 확보
	3	고저분리 복단면 적용으로 지형변화 최소화
	4	녹지중앙분리대 적용
경제성	5	대지의 환경적 가치 고려
	6	환경비용분석을 통한 경제성 확보
시공성 및 유지관리	7	횡단면 조성시 탄소배출량 고려
	8	토공량 발생의 적절성
	9	운영 및 유지관리 계획 수립

표 5. 도로수목 설계 평가지표(1차 평가지표)

특성	연번	지표항목
환경성	1	횡단구성요소(중앙분리대, 비탈면, 환경시설대)별 적정한 수목선정
	2	탄소흡수량이 많은 수목선정
	3	활착률이 우수한 수목선정
	4	기후 및 지역특성에 적합한 수목선정
경제성	5	날씨 변화에 따른 내구성이 우수한 수목 선정
	6	탄소흡수량을 고려한 수목선정에 의한 환경비용 절감
시공성 및 유지관리	7	비탈면에 시공이 용이하고 활착률이 우수한 수목선정
	8	활착성공률을 개선할 수 있는 식재기반 조성 및 시공기술 적용
	9	비탈면 기울기에 따른 초기 활착률 및 유지관리가 용이한 수종 선정

## 2) 지표의 적합성 검증

표 3-5와 같이 제시된 지표들의 적합성 검증을 위하여 도로, 교통, 조경 및 환경 전문가 30인을 대상으로 1차 설문조사를 실시하여 통계분석을 실시하였다.

설문조사는 매우부적합(1점)~매우적합(5점)까지 제시된 5점 리커트 척도(likert scale)로 구성된 설문지를 통하여 설문을 실시하고 통계분석을 수행하였다.

설문조사 자료를 통한 지표의 적합성을 판단하기 위하여 통계패키지(SPSS)를 사용하여 일표본 T-test분석을 실시하였다.

대립가설( $H1 : \mu1 > 3$ )과 귀무가설( $H0 : \mu0 \leq 3$ )을 통하여 가설검증을 하였으며, 95% 신뢰수준에서 일표본 T-test결과의 유의수준(P-value)을 기준으로 결정하여 P-value  $\geq 0.05$  인 지표는 부적합한 것으로 분석되었다.

적합성 검증결과 도로선형 설계 평가지표 13개, 횡단면 설계 평가지표 8개, 도로수목 평가지표 8개를 도출하였다.

## 3) 지표의 가중치 산정을 통한 최종지표 개발

앞에서 도출된 지표에 대하여 AHP분석을 통한 가중치 산정을 위하여 교통, 도로, 조경, 환경분야의 전문가 30인(교수, 엔지니어, 공무원, 연구원

표 6. 도로선형 설계 평가지표 적합성 검증결과

특성	연번	지표항목	평균	P-value (P < 0.05)	적합성 여부
기술성	1	평면 기하구조의 적정 범위 반영	3.91	0.002	
	2	종단 기하구조의 적정 범위 반영	3.78	0.007	
	3	평면 및 종단 기하구조 조합의 적절성	4.08	0.000	
	4	주행 일관성 확보	3.97	0.001	
	5	감가속도의 최소화 유도	3.89	0.002	
	6	<b>교량설치의 적절성</b>	<b>3.05</b>	<b>0.304</b>	<b>부적합</b>
	7	<b>터널설치의 적절성</b>	<b>2.95</b>	<b>0.372</b>	<b>부적합</b>
환경성	8	주요식생 보존	3.68	0.007	
	9	녹지축 보존	3.50	0.041	
	10	<b>선형에 따른 녹지축 구성</b>	<b>3.08</b>	<b>0.220</b>	<b>부적합</b>
	11	충분한 녹지면적 확보	3.83	0.001	
	12	<b>자연스러운 분리선형 적용에 의한 탄소흡수원 확보</b>	<b>3.10</b>	<b>0.093</b>	<b>부적합</b>
경제성	13	대지의 환경적 가치 고려	3.85	0.002	
	14	환경비용분석을 통한 경제성 확보	4.10	0.000	
시공성 및 유지 관리	15	도로 건설시 탄소배출량 고려	3.90	0.000	
	16	토공량 발생의 적절성	3.65	0.032	
	17	운영 및 유지관리 계획 수립	3.98	0.001	

표 7. 횡단면 설계 평가지표 적합성 검증결과

특성	연번	지표항목	평균	P-value (P < 0.05)	적합성 여부
환경성	1	LID기법 적용을 통한 녹지공간 확보	4.20	0.000	
	2	절·성토부 비탈면 기울기 완화를 통한 식재공간 확보	4.03	0.000	
	3	고저분리 복단면 적용으로 지형변화 최소화	4.18	0.000	
	4	녹지중앙분리대 적용	3.40	0.003	
경제성	5	대지의 환경적 가치 고려	3.75	0.002	
	6	환경비용분석을 통한 경제성 확보	3.50	0.005	
시공성 및 유지 관리	7	횡단면 조성시 탄소배출량 고려	3.73	0.001	
	8	<b>토공량 발생의 적절성</b>	<b>3.10</b>	<b>0.189</b>	<b>부적합</b>
	9	운영 및 유지관리 계획 수립	4.25	0.000	

표 8. 도로수목 설계 평가지표 적합성 검증결과

특성	연번	지 표 항 목	평균	P-value (P < 0.05)	적합성 여부
환경성	1	횡단구성요소(중앙분리대, 비탈면, 환경시설대)별 적절한 수목선정	4.28	0.000	
	2	탄소흡수량이 많은 수목선정	4.18	0.000	
	3	활착률이 우수한 수목선정	3.63	0.000	
	4	기후 및 지역특성에 적합한 수목선정	3.25	0.020	
경제성	5	<b>날씨 변화에 따른 내구성이 우수한 수목 선정</b>	<b>3.08</b>	<b>0.237</b>	<b>부적합</b>
	6	탄소흡수량을 고려한 수목선정에 의한 환경비용 절감	4.13	0.000	
시공성 및 유지 관리	7	비탈면에 시공이 용이하고 활착률이 우수한 수목선정	3.50	0.001	
	8	활착성공률을 개선할 수 있는 식재기반 조성 및 시공기술 적용	3.70	0.000	
	9	비탈면 기울기에 따른 초기 활착률 및 유지관리가 용이한 수종 선정	4.53	0.000	



표 9. 도로선형 설계 가중치 산정 최종지표

특성	가중치	연번	지표항목	가중치	최종가중치	순위
기술성	0.317	1	평면 기하구조의 적정 범위 반영	0.131	0.042	11
		2	종단 기하구조의 적정 범위 반영	0.133	0.042	10
		3	평면 및 종단 기하구조 조합의 적절성	0.276	0.087	4
		4	주행 일관성 확보	0.272	0.086	5
		5	감가속도의 최소화 유도	0.188	0.060	7
환경성	0.415	6	주요식생 보존	0.325	0.135	2
		7	녹지축 보존	0.318	0.132	3
		8	충분한 녹지면적 확보	0.357	0.148	1
경제성	0.095	9	대지의 환경적 가치 고려	0.378	0.036	13
		10	환경비용분석을 통한 경제성 확보	0.622	0.059	8
시공성 및 유지관리	0.173	11	도로 건설시 탄소배출량 고려	0.444	0.077	6
		12	토공량 발생의 적절성	0.242	0.042	12
		13	운영 및 유지관리 계획 수립	0.314	0.054	9

표 10. 횡단면 설계 가중치 산정 최종지표

특성	가중치	연번	지표항목	가중치	최종가중치	순위
환경성	0.654	1	LID기법 적용을 통한 녹지공간 확보	0.107	0.070	7
		2	절·성토부 비탈면 기울기 완화를 통한 식재공간 확보	0.235	0.154	3
		3	고저분리 복단면 적용으로 지형변화 최소화	0.288	0.188	2
		4	녹지중앙분리대 적용	0.370	0.242	1
경제성	0.144	5	대지의 환경적 가치 고려	0.422	0.061	8
		6	환경비용분석을 통한 경제성 확보	0.578	0.083	5
시공성 및 유지관리	0.202	7	횡단면 조성시 탄소배출량 고려	0.593	0.120	4
		8	운영 및 유지관리 계획 수립	0.407	0.082	6

표 11. 도로수목 설계 가중치 산정 최종지표

특성	가중치	연번	지표항목	가중치	최종가중치	순위
환경성	0.642	1	횡단구성요소(중앙분리대, 비탈면, 환경시설대)별 적절한 수목선정	0.200	0.129	4
		2	탄소흡수량이 많은 수목선정	0.284	0.182	2
		3	활착률이 우수한 수목선정	0.187	0.120	5
		4	기후 및 지역특성에 적합한 수목선정	0.329	0.211	1
경제성	0.134	5	탄소흡수량을 고려한 수목선정에 의한 환경비용 절감	-	0.134	3
시공성 및 유지관리	0.224	6	비탈면에 시공이 용이하고 활착률이 우수한 수목선정	0.244	0.055	8
		7	활착성공률을 개선할 수 있는 식재기반 조성 및 시공기술 적용	0.264	0.059	7
		8	비탈면 기울기에 따른 초기 활착률 및 유지관리가 용이한 수종 선정	0.492	0.110	6

성 및 유지관리, 경제성 순으로 가중치가 높은 것으로 분석되었으며, 일관성 지수(CI : Consistency Index)는 0.0002로 일관성이 매우 높아 결과를 신뢰할 수 있다. 최종가중치 산정 결과를 살펴보면 기

후 및 지역특성에 적합한 수목선정, 탄소흡수량이 많은 수목선정 등이 가중치가 높은 것으로 분석되었으며, 일관성 지수(CI : Consistency Index)는 최대 0.010으로 일관성이 높아 결과를 신뢰할 수 있다.

#### 4. 지표의 활용방안 및 사례적용

##### 1) 지표의 적용

그린네트워크 도로설계의 평가지표는 그림 5와 같이 도로설계 과정 중 기본설계시 선형계획 단계와 선형설계 및 상세설계 단계에 적용할 수 있다.

도로선형 설계단계에서는 앞서 제시된 그린네트워크 도로설계 기법을 적용하여 차량이 적정수준의 속도로 주행하도록 유도하며 가감속을 최소화하도록 설계하여 탄소배출량을 저감할 수 있는 설계가 이루어졌는지, 주요식생 및 녹지축 보존을 통한 환경적 경제성을 고려하였는지, 시공 및 유지관리 단계에서 탄소배출량을 최소화 할 수 있는 설계가 이루어졌는지 등을 평가한다.

세설계 단계에서 횡단면 설계시 비탈면 기울기완화, 녹지중앙분리대 적용 등을 통한 충분한 녹지조성과 식재를 통한 탄소흡수원을 확보하고, 환경적 가치를 고려한 경제성을 확보하며, 비탈면·중앙분리대·환경시설대의 시공 및 유지관리가 발생되는 탄소배출량을 최소화 할 수 있는 설계가 이루어

졌는지 등을 평가한다.

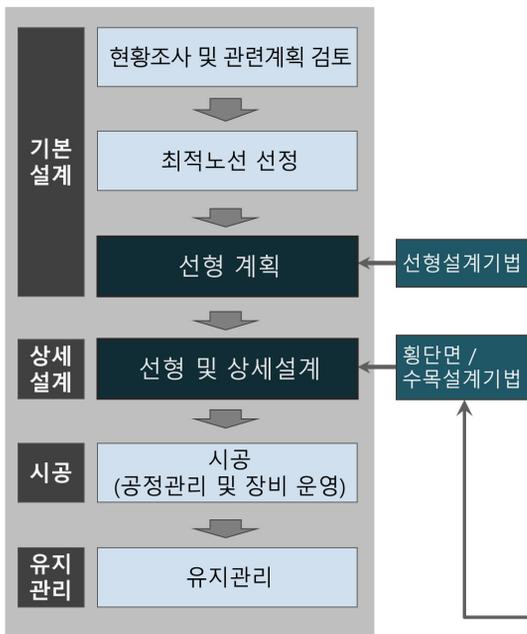
또한, 도로의 수목선정시 비탈면·중앙분리대·환경시설대의 규모에 적합하고 탄소흡수율이 우수하며, 기후 및 지역특성에 적합한 수목선정이 이루어졌는지, 환경성·경제성을 고려하였는지, 활착률이 우수하며 유지관리가 용이한 수목선정이 이루어졌는지 등을 평가한다.

##### 2) 지표의 활용방안 및 사례 적용

도로설계 주요 요소인 선형, 횡단면, 도로수목의 설계기법에 대하여 개발된 정성적 지표를 평가 지표 등급제(안)에 적용하여 그린네트워크 도로설계의 적절성을 평가할 수 있다.

가중치가 부여된 최종지표를 통해 계량화를 통한 평가지표 등급제(안)에 적용할 경우 Good단계 이상의 평가점수를 획득하여야 그린네트워크 도로설계를 적용한 것으로 판단하고 Cut Line미만의 점수 획득시 설계보완을 통하여 그린네트워크 도로설계가 이루어질 수 있도록 유도할 수 있다.

##### ✓ 도로설계 Process



##### ✓ 그린네트워크 도로설계기법 적용 Process

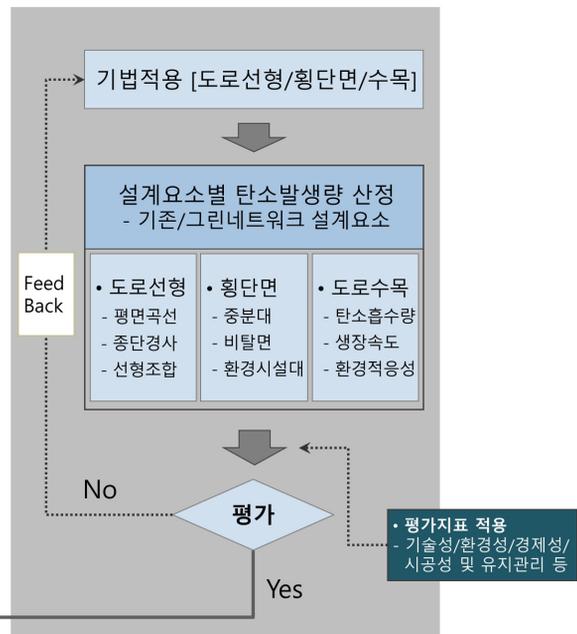


그림 5. 그린네트워크 도로설계기법 적용을 위한 Process 및 효과평가 방안

표 12. 평가지표 등급제(안)

등급	평가점수 범위	비고
Excellent	61~	
Very Good	51-60	그린네트워크 도로설계 적용
Good	41-50	
<b>Cut Line</b>		
Fair	31-40	
Poor	~30	설계 보완

표 13. 지표의 계량화

구분	매우 많이 반영	많이 반영	보통	적게 반영	매우 적게 반영
평가점수	100	80	60	40	20

표 14. 시범사례구간 개요

위치	충북 청주 상당구 - 청원 북이면				
도로연장	13.4km	도로폭	20.0m(4차로)		
설계속도	80km/h	총사업비	1,428억 원		
주요시설	출입시설 6개소, 교량 23개소, 터널1개소				

그린네트워크 도로 설계기법 적용의 적절성을 평가하기 위해서는 평가점수 산정을 위한 지표의 계량화가 필요하며, 정성적 지표의 특성에 따라 각 지표에 대한 평가점수 범위는 지표의 내용에 설계에 반영된 정도에 따라 '매우 많이 반영'을 100점, '매우 적게 반영'을 20점으로 표 13과 같이 계량화하여 적용하였다.

시범사례 구간으로 국도36호선 내덕-북일(L=13.4km, 왕복4차로) 구간을 선정하여 본 지표를 적용한 그린네트워크 도로설계 적절성 평가를 실시하였다.

도로선형 설계 평가는 평가점수 43.8점(Good)을 획득하여 그린네트워크 도로에 적합한 설계가 이루어진 것으로 분석된다.

횡단면 설계 평가는 평가점수 36.8점(Fair)을 획득하여 그린네트워크 도로에 적합한 설계가 이루어지지 않은 것으로 분석되어 설계보완 후 재평가가 필요하다.

도로수목 설계 평가는 평가점수 41.54점(Good)을 획득하여 그린네트워크 도로에 적합한 설계가 이루어진 것으로 분석된다.

표 15. 시범 사례 구간 도로선형 설계 평가결과

특성	연번	지 표 항 목	가중치 (A)	평가점수 (B)	최종점수 (A)×(B)
기술성	1	평면 기하구조의 적정 범위 반영	0.042	60	2.52
	2	종단 기하구조의 적정 범위 반영	0.042	60	2.52
	3	평면 및 종단 기하구조 조합의 적절성	0.087	60	5.22
	4	주행 일관성 확보	0.086	40	3.44
	5	감가속도의 최소화 유도	0.060	40	2.40
환경성	6	주요식생 보존	0.135	40	5.40
	7	녹지축 보존	0.132	40	5.28
	8	충분한 녹지면적 확보	0.148	40	5.92
경제성	9	대지의 환경적 가치 고려	0.036	40	1.44
	10	환경비용분석을 통한 경제성 확보	0.059	40	2.36
시공성 및 유지관리	11	도로 건설시 탄소배출량 고려	0.077	20	1.54
	12	토공량 발생의 적절성	0.042	60	2.52
	13	운영 및 유지관리 계획 수립	0.054	60	3.24
합계			1.000		43.8

표 16. 시범 사례 구간 횡단면 설계 평가결과

특성	연번	지표항목	가중치 (A)	평가점수 (B)	최종점수 (A)×(B)
환경성	1	LID기법 적용을 통한 녹지공간 확보	0.070	40	2.80
	2	절·상토부 비탈면 기울기 완화를 통한 식재공간 확보	0.154	40	6.16
	3	고저분리 복단면 적용으로 지형변화 최소화	0.188	40	7.52
경제성	4	녹지중앙분리대 적용	0.242	20	4.84
	5	대지의 환경적 가치 고려	0.061	40	2.44
	6	환경비용분석을 통한 경제성 확보	0.083	40	3.32
시공성 및 유지관리	7	횡단면 조성시 탄소배출량 고려	0.120	40	4.80
	8	운영 및 유지관리 계획 수립	0.082	60	4.92
합계			1.000		36.8

표 17. 시범 사례 구간 도로수목 설계 평가결과

특성	연번	지표항목	가중치 (A)	평가점수 (B)	최종점수 (A)×(B)
환경성	1	횡단구성요소 (중앙분리대, 비탈면, 환경시설대)별 적정한 수목선정	0.129	40	5.16
	2	탄소흡수량이 많은 수목선정	0.182	40	7.28
	3	활착률이 우수한 수목선정	0.120	40	4.80
	4	기후 및 지역특성에 적합한 수목선정	0.211	60	12.66
경제성	5	탄소흡수량을 고려한 수목선정에 의한 환경비용 절감	0.134	20	2.68
	6	비탈면에 시공이 용이하고 활착률이 우수한 수목선정	0.055	40	2.20
시공성 및 유지관리	7	활착성공률을 개선할 수 있는 식재기반 조성 및 시공기술 적용	0.059	40	2.36
	8	비탈면 기울기에 따른 초기 활착률 및 유지관리가 용이한 수종 선정	0.110	40	4.40
합계			1.000		41.54

### 결론

본 연구에서는 저탄소 녹색성장과 관련된 지표에 대한 국내 기존 사례 등을 근거로 그린네트워크 도로설계기법인 도로선형, 횡단면, 도로수목을 기본 방향으로 설정하여 내부 참여연구원 토론, 전문가 자문 및 설문 등을 통하여 그린네트워크 도로설계기법 적용을 위한 효과평가지표를 개발하였다.

기존 사례연구를 통하여 40개 지표를 종합하였으며, 내부 참여연구원 토론 및 자문을 거쳐 도로선형 설계 평가지표 17개, 횡단면 설계 평가지표 9개, 도로수목 설계 평가지표 9개를 설정하여 지표검증을 위한 설문을 실시하였다. T-test를 통한 검증을 통하여 각각 13개, 8개, 8개의 지표를 도출하였으며, AHP 분석을 실시하여 개개 지표별 가중치를 부여하였다.

최종적으로 도출된 가중치를 토대로 그린네트워

크 설계 적절성을 판단할 수 있는 지표등급제(안)을 제시하였으며, 시범사례 적용을 통해 평가지표의 적용성을 확인하고 활용방안을 제시하였다.

본 연구에서 제시한 평가지표는 도로분야의 모든 사업에 적용하는 것이 아닌 그린네트워크 도로설계의 적정성을 판단하는 관점에서 의의가 있으며 정성적인 지표 위주로 되어 있는 한계점을 가지고 있으므로 향후 정량적인 지표의 추가와 다양한 사례적용을 통해 지표등급제(안)을 보완하여야 할 것으로 판단된다.

### 참고문헌

국도교통부 (2013), 인천검단지구 개발계획 및 실시계획 변경고시문.

김홍주 (2009), 저탄소사회를 향한 지방정부의 탄소제로 도시정책 연구.

손원표, 이용재, 강전용, 박경석 (2013), 한국형 교통정온화 사업시행을 위한 지표개발 연구”, 교통 기술과 정책, 10(2).

수원시 (2012), 광교지구 택지개발사업 지구단위계획 시행지침.

이강식, 이명식 (2009), 탄소중립단지의 계획요소기술에 관한 연구, 대한건축학회.

이상문 (2012), 탄소중립도시.

이재준 (2005), 한국형 생태도시 계획지표 개발에 관한 연구, 국토계획, 40(4).

지승운 (2010), 저탄소 녹색주거단지 설계요소 중요도 분석에 관한 연구, 한양대 석사학위논문.

최준규 (2002), 환경친화적인 도로노선 선정을 위한 정량적 평가기법 개발에 관한 연구.

한국건설기술연구원 (2012), 저탄소 녹색도로 인증제도 지표 개발 및 평가 설정 연구.

한국환경공단 (2012), 녹색도시 평가지표.

행정안전부 (2011), 지역 녹색경쟁력 지표.

화성시 (2011), 동탄(2) 신도시 지구단위계획 시행지침.

환경부 (2007), 전략환경평가 제도의 효율적 운영기법 마련을 위한 연구.