



未來道路와 未來道路 技術

이 창 립 정자동

1. 미래로의 전망

2003년 10월 24일 “미래고속도로”라는 테마로 토목학회 도로원론회합이 있었다. 이 날의 주요 내용은 고속도로가 미래도로의 prototype이 될 수 없다는 것이다. 고속도로 관련 부채가 한국도로공사는 14조원, 일본 도로공단은 14조円으로 이와 같은 문제가 사회적 과제인 실정으므로, 미래의 도로는 보도, 자전거도로에서 고속도로까지 전 기능을 대상으로 하는 것이 바람직하다. 그리고 미래도로를 논할 때, 무한한 미래에서 시간적인 한계가 있어야하고, 그 시대의 사회, 경제, 정치, 문화 등과의 상관관계 및 집적적인 관련성이 있는 과학기술의 변천 예측이 새로운 역사관 위에서 전개되어야 효율적인 미래예측과 미래과제의 설정이 가능하다.

1) 미래의 의미와 설정

미래를 여러 각도로 연구 추론하는 미래학

(Futurology)은 1960년대 후반부터 1970년대에 급속히 발전되었다. 이 학문은 국가적 목표의 형성과 인류 사회의 목표 달성을 위한 새로운 방법 등을 연구하며, 고전적 사회학으로 설명할 수 없는 격변하는 사회현상 때문에 탄생하게 되었다. 미래학의 대상은 10년 후인 現未來, 100년 후인 近未來, 1000년 후인 中未來, 1만년 후를 뜻하는 遠未來는이다. 現未來 예측에는 演繹的인 外挿法, Delphi 법 등이 이용되며, 近未來 이후의 예측에는 位相數學의 최신이론을 이용한 Catastrophe 이론이 사용된다.

지금 우리가 예측 가능한 미래는 現未來 일 것이며, 이를 예측한 A. Toffler [미래의 충격(1970)], [제3의 물결(1980)], Club of Rome의 [성장의 한계(1972)], [한계를 넘어서(1992)] 등의 예언이 현 사회에 영향을 주고 있다.

2) 미래의 사회적 환경변화

(1) 사회, 경제, 정치의 전망



우선 세계적으로 기술경쟁의 가속화, 신 국제 질서의 형성, 경제의 국제화 및 지역주의화, 환경문제해결을 위한 국제협력 등을 전망할 수 있으며, 국내의 경우 인구구조 및 인력수급의 문제, 남북통일의 달성과 국민의 정치참여 확대 등의 정치적 문제, 기업의 경영혁신과 한반도의 경제권 형성 등의 경제적 문제, IT산업 발전으로 인한 생활 패턴 변화 및 노동시간 단축에 따른 사회적 문제 등을 전망할 수 있다.

이러한 전망이 미래연구의 방향을 제시하며, 연구 방향은 건전한 미래사회를 지향하는 인류의 목표에 부합되어야 한다.

(2) 더욱 진화하는 과학기술

21세기는 문예부흥 이래의 최대 격동시대가 예상되어 전환해야 할 패러다임의 본질을 파악해야 할 시기이다. 그래서 거시경제의 수치중심적 접근뿐만 아니라 더 진보된 구조변화의 접근이 요구된다. 1990년대 이후의 複雑系를 포함하는 패러다임으로 확장되는데, 이의 선두는 IT이고 이어서 바이오테크놀로지이다. 그리고 現未來는 복수 분야를 마스터한 종합전공과목의 인재들이 기대되는 시대이다. 이것은 우리나라가 現未來를 지향하는데 장애가 되고 있는 1930년대의 3-S(분업화, 전문화, 표준화)에서 탈출하여 全體論적으로 접근하는 것이 미래지향적 방법이 될 것이다.

3) 우리도로의 위기

(1) 새로운 도로역사

우리나라 도로역사를 살펴보면 국가권력에 의해 짧은 시간에 발전되었다. 서양의 도로역사를 새로운 역사학의 개념으로 보는 것도 유익한 일이다. 미래의 새로운 도로 역사는 도로의 技術史를 시간적 관점에서 전체를 파악하고 공간의 다양성과 多層性을 전 세계를 대상으로 함으로서 가능하다.

도로 역사에서 미래를 위한 교훈을 집약하면, silk road 시대를 지나면서 도로시방을 만든 것으로 볼 때 첫째, 고대 페르시아의 “왕의 도로”는 이름 그대로 왕과 권력자만이 사용하였으며, 로마의 직선으로 뻗은 엄청난 도로는 통치를 위한 도로이며, 시방기준을 갖추고 있다. 둘째, 미국의 도로역사는 미국 건국의 이념과 같이 주민들의 수요에 의하여 주민 참여로 건설되었다는 차이점이 주목된다. 이는 미국의 mater road라 하는 66번고속도로가 좋은 예이다. 셋째, 고속도로는 독일의 아우토반이 “시방기준” 등의 면에서 모범도로이다. 넷째, 미국과 독일은 도로의 기능과 기준 개념이 미래지향적 발전을 위한 연구 대상이다. 이러한 도로의 역사적 교훈이 미래 도로에 접근하는데 지름길을 제시하고 있다.

(2) 공공사업의 추세

선진국에서는 공공사업에 대한 제약이 가해진 지 오래다. 미국에서 댐건설은 환경문제와 주민들의 문제제기 및 막대한 사업비로 인하여 중지된 지 오래이며, 독일도 2002년에 원자력발전의 신설을 중지하였다. 도로문제를 볼 때, 미국의 아이젠하워(州間)고속도로의 건설도 1991년의 도로행정의 전환으로 “1991 ISTEA”을 발효시키

면서 신설도로의 건설은 중지부를 찍었다. 이 시한 법이 종결되고 TEA-21로 연장되고 있다. ISTEA, TEA-21는 미래의 새로운 교통기술 연구, 모든 교통수단을 망라한 종합교통정책으로 linear motor 및 ITS 등의 개발도 여기에 포함되어 있다.

여기에서 또 하나 우리가 생각해야하는 문제는 심각한 환경문제와 변화하는 사회문제로 근본적으로 SOC사업에 대한 개념의 전환이 필요하다. 미래의 SOC는 사회기반사업으로 우리가 생각하는 도로건설 등의 공공사업 보다 국민의 복지를 위한 사업 및 교육사업 그리고 국제적으로 남북(빈곤국가)문제까지 포함되고 SOC에서도 환경관련 사회비용의 고려도 중요한 이슈이다. 다시 말하여 “성장의 시대는 끝나고 성숙의 사회로 발전”된다.

(3) 도로의 행정·정책의 딜레마

우리나라에서 도로사업은 주로 AASHTO에 의존하고 있는데, 현재 우리 정부는 많은 예산을 들여 2010년 까지 한국형 기준 작성에 노력하고 있어 기대된다.

도로의 노선결정은 대부분의 경우 도로계획 기관과 정치논리에 의하여 좌우되는 실정으로 이해와 이론이 상충하는 문제에 대해 확실한 의사결정 기법에 의한 사회적, 경제적, 환경적, 안정성 등이 포함되는 현대적 복잡성을 학문적 융합과 이에 따른 시너지 효과로 해결하는 기술은 아직 미개척 분야이다.

기술제도의 분류도 제약의 하나이다. “도로 및 공항”의 기술 분류는 도로와 공항의 시스템의

차이점을 무시한 전형적인 오류의 결과이다. 미래의 도로는 “도로교통”으로 도로공학의 좁은 분야에서 지역사회의 토지이용 및 도시계획, 교통계획 및 정책을 다루는「도로교통학」으로의 변화가 요구된다.

4) 새로운 “기술 기준”

교통혁명에는 그 시대를 열어나가는 concept 과 이를 구현하는 “기준규범”이 존재한다. 이 기준규범에 따라 다양한 기술개발이 진전되어 변혁이 일어난다. ‘로마의 길’을 만든 로마인은 <보다 빨리, 더 많은 양을>이라는 개념으로 견고한 일직선도로를 건설하였고, 현대의 자동차발전으로 1930년대의 Autobahn은 여러 가지 건설기술이 기초가 되었다. 지금의 발전된 고속도로는 이 Autobahn의 연장선상에 있다.

20세기 자동차도로의 ‘기술기준’은 <보다 빨리>가 기본개념이었다. 이는 모든 교통에 대한 인간의 욕망이기도 했다. 그래서 mobility분야의 기술혁명에서 <보다 빨리>라는 keyword는 당연한 것이었다. 그러나 20세기 말 10여 년간 이 개념으로 전 인류는 생각지도 못할 만큼 많은 인간의 존엄성이 희생을 치르고 있음을 인식해야한다.

(1) 최적화 및 성능규정

20세기의 교통이 교통사고, 교통체증, 배기가스 등 사회적 외부경제(마이너스)의 유산을 양산함으로 21세기 미래의 도로는 “보다 빨리, 보다 안전, 보다 쾌적, 환경에 좋은”도로가 요구되어



이를 위하여 “最適化”가 새로운 개념으로 부상된다.

미래의 공공사업의 선진화된 조달시스템에 지금까지의 <시방규정>에서 <요구 성능>으로 전환하는 것은, 유한한 자원의 효율적 사용을 위한 제한에 의하여 집행국가가 ‘기술과 자금을 구하는’ 미래의 SOC사업이 되기 때문이다. 이런 예는 ITS시스템의 개발에서 볼 수 있다.

(2) IT산업과 도로

미국의 꿈은 ‘인터넷’이 중심이 되어 1993년에 시작된 ‘정보 Superhighway 구상’이다. 이 디지털정보는 건설과 도로사업을 CALS/EC로 통합관리하게 된다. 이런 IT산업의 발전은 미래도로의 발전에 직, 간접으로 큰 영향을 주는 분야이다.

ITS는 도로교통에 전자 정보 통신의 첨단기술을 접목시킨 차세대 도로교통체계를 지향하고 있다. 그래서 우리나라도 1992년에서 2010년까지의 ITS구축계획이 수립되고 있다. ITS는 도로기술의 일부로 도로 문제의 완전한 해결 방안은 못된다. 그러므로 미래도로기술에 ITS의 이용범위를 제한하는 것도 고려되어야한다. 즉, ITS은 미래도로문제 해결에 불과 몇 %의 대책일 뿐이라는 점을 감안해야한다.

5) 새로운 도로정책

(1) 새로운 공용성 기준

한미도로협력회의에서와 같이 AASHTO의 선형, 포장 등의 개정과 Photo log, MUTCD,

RSA 등의 참신한 기술은 미래지향적이라 할 수 있다. 그리고 미국의 ISTEAs의 PMS, BMS, CMS 등의 시스템이 이용되고, ISTEAs의 신사조는 기존의 설계 및 평가와 괴리가 발견됨으로 새로운 ‘기준’이 될 ‘공용성의 척도’가 요구되고 있다. 그래서 대도시의 교통 혼잡을 주는 사회적 문제해결에 필요한 도로의 공용성 기준(지수)의 개발이 대상이 된다. 또한 VMT(Vehicle Mile Traveled)의 이용과 지금의 속도기준에서 ‘이동성’, ‘접근성’, ‘쾌적성’의 추구에 LOS, 인구, 환경의 지속성 등이 관련된다. 또한 ISTEAs는 공용성 측정 기준으로 LOS, 편리성, 유연성, 교통의 질, 안전, 여행비용, 신뢰도 등을 들고 있다.

(2) 세계 각국의 새로운 도로정책

미국은 교통의 접근성 개선을 위한 ADA(America Disability Act)와 관련된 Universal Design 기법이 1970년대부터 계속 발전되고 있다. 2000년 11월 일본은 “고령자, 장애인 등의 공공교통기관을 이용한 이동의 원활화 촉진에 관한 법률(교통 Barrier Free 법)”에 따라 도로 구조기준의 개정 및 도로표시령의 일부를 개정한바 있다. 그리고 1998년에 일본의 “신 도로기술5개년계획”은 “도로환경의 개선”, “도로와 생활의 안전성향상”, “도로사업의 효율성향상”, “Accountability” 등 사회, 경제, 생활에 대응하는 목표를 정하고 있다. 이 정책의 지속으로 2003년에도 “도로행정의 개혁”, “도로의 기능 중심의 시책”, “사회실험을 실시하는 사업의 평가”, “기존 SOC의 유효한 이용”, “도로정책의 검토를 위한 시책평가(PM), PI(Public

Involvement), CS(Customer Satisfaction)”, “IR(Investor Relation)” 등이 제안되고 있다. 그리고 사회단체의 ‘운수정책 Colloquium’에 의한 정책 평가 법 및 사례연구를 진행하고 있다.

6) 새로운 도로설계기술

(1) 주행속도 기준의 연속성

전통적 도로의 선형설계는 경험적 관념적인 의사결정의 결과이다. 과학기술의 발전, 사회요구의 변화는 선형설계에도 새로운 척도와 기법을 제시하고 있다. 즉, 설계속도 기준에서 주행속도로의 기준전환이다. 주행속도인 V85 란 “실제 주행형태를 나타내는 것으로 노면 습윤 차도에서 자유롭게 주행하는 승용차 속도의 85%에 해당”하는 것을 말한다. 일반적으로 설계속도 Vd와의 관계는

$V_d \geq 100 \text{ km/h}$ 일 때, $V_{85} = V_d + 10 \text{ km/h}$

$V_d < 100 \text{ km/h}$ 일 때, $V_{85} = V_d + 20 \text{ km/h}$

와 같이 정해지고 있다. 그러나 많은 각국의 기술자들이 연구에 의하여 V_{85} 의 추정모델로 Krammes(1993), Voigt(1996) 등이 개발되고 있다. 여기에서 주의를 환기해야하는 것은 V_{85} 의 이용은 빨리 시정되어야하는 현실 문제이다.

또한 설계의 일관성 평가를 위한 선형왜곡형상, 인지곡선반경, 곡선 변화율(CCR) 등 다양한 기법이 미래의 선형설계의 과제로 되고 있다.

(2) 한국형 포장설계

현재의 도로포장설계는 AASHTO의 설계법

에 의존하고 있는데 1972년의 중간보고에 비중을 두고 있는 실정이다. 그래서 우리 정부도 2010년까지 “역학적-경험적 방법”의 한국형 포장설계지침이 완성될 것이다. 일본은 2001년 4월에 이론적 방법에 의한 포장설계 지침을 작성함으로써 대대적으로 포장 구조령을 개정했다.

7) 미래도로기술과 미래도로

지금까지 요약된 미래목표의 설정에서 새로운 역사관으로 우리의 도로기술역사와 21세기의 과학기술의 전환된 환경을 반사하여 현실에서 미래를 전망하였다. 도로사업의 계획에서 설계, 시공, 유지관리 등 전 프로세스 중 하드웨어부분을 제외한 지적 생산적 소프트웨어를 대상으로 하고, 미래목표의 시간을 ‘現未來’로 한정하여 볼 때, 리스크센스에 의한 장래의 예측을 확률, 통계적, 논리적으로 도전하여 본다.

(1) 現未來의 도로

20세기의 사회는 “개발, 진보의 사상”이었지만, 21세기의 사회는 “성숙, 분배의 사상”이 기본이념이 된다. 세계 각국에서 시행되는 개발사업의 동향은 유한한 자원문제, trade-off 현상에 의한 환경문제, SOC사업의 건설에서 복지·분배에 치중하는 경향이 뚜렷하다. 우리나라의 지세는 약 64%가 산악지역으로 구성되어 있으며, 농경지는 주택·산업단지·도로·골프장 등으로 매년 잠식되고 있다. 영동고속도로 공사에서 볼 수 있듯이, 자연을 극복하는 성취욕에 의해 국토는 병들어가고 있다. 현재 도로사업은 대

체적으로 대규모 신규사업은 지양될 것이다. 이런 예는 서울시의 도로사업비가 1995년에서야 유지관리비에 큰 관심을 갖게 된 것에서 알 수 있다. 미래에도 지속되는 개발의 요구에 응할 수 있는 도로는 기존도로의 개량, 네트워크화, 시스템화함으로 도로의 효율을 상승시킨 도로라 할 수 있다. 그러므로 미래의 도로는 교통계획, 토지이용, 도시계획 등과 신 교통시스템이 핵심이 된다. 그래서 ITS의 활용이 미래도로교통의 특징이라고 할 수 있다.

(2) 現未來의 도로기술

① 사업성의 타당성과 경제성

現未來의 도로와 사회 환경에 따라 도로기술도 개혁적인 전환이 요구된다. 도로 사업은 예비 타당성조사와 타당성조사의 실시가 법으로 정해지고 있다. 타당성조사를 두 번 실시하도록 한 것은 사업의 타당성을 중시하기 때문이다. 타당성조사에서 사업평가에 경제성분석기법이 사용되고 있는데, 사업평가에 일반적으로 “경제성분석”, 사업의 성격에 따라 “재무분석”, 환경의 사회비용을 포함하는 “사회성분석”으로 확대되어야 한다. 그래서 실무에 편리한 각종 기본모델이 독일은 RAW에서, 일본은 법으로 지침을 제시하여 효과적인 사업평가를 유도하고 있다.

② VE(Value engineering; 가치공학)와 LCC(Life Cycle Cost; 생애비용)

현재 시행되고 있는 VE 등의 가치향상기법이 더욱 효율화되어 실용화 할 수 있도록 박차를 가해야 한다. 가치를 향상하는 방법은 목적물의 직

접적인 비용절약의 효과와 목적물자체의 가치를 향상시키는 LCC의 절감이다. LCC의 절감에 유지관리비 절감 등의 내용도 있으나, 실질적으로는 사업의 전 과정과 관련되는 목적물의 수명 문제이다. 목적물의 수명에는 “경제적 수명”, “물리적 수명”, “사회적 수명”이 있는데 일반적으로 경제적 수명이 사업의 기준이 되고 있다. 사업계획에서 경제수명을 높이면 안전율은 높아지고, 직접공사비도 높아지는 경향이 있으나, 공사관리의 CM, CS는 “물리적 수명”을 품질목표로 함으로 LCC의 감소로 결국은 VE를 향상시킬 수 있다. VE의 실시는 사업 초기 실시해야 효과가 크다. 그러나 공사 중에도 효과적으로 시행할 수 있다.

③ 노선 및 선형

도로사업의 노선 선정은 매우 중요한 요소로 그 영향이 사업의 성패를 좌우한다. 최적노선이란 통행에 있어 불편이 없어야 하며, 교통량이 너무 적거나, 너무 많아도 경제적이지 못하다. 이런 최적노선의 선정 기법을 통해 도로사업이 정치 논리에서 해방될 수 있고 PI 등 시민 참여가 가능하다.

우리나라의 도로전문분야 중 선형문제는 전통적 선형설계기법에서 탈피하여 실제적인 운행이 감안된 “주행속도”에 의해 선형을 평가하는 “연속성”에 목표를 두는 기법들이 계속 개발되어야 한다.

④ 공사관리와 유지보수

도로사업의 시행에서 조달방식에 의해 운영체계에까지 영향을 받는다. CM, DB, BOT, PPP 또는 PFI 등은 각각의 특징 차이에 의해 공사관리

시스템 및 운영시스템이 다르다. 공사의 관리는 공정, 품질, 위생 안전 등에 대한 관리로 목적물을 적기에 공용토록 하는데 목적이 있다. LCC의 절감을 위한 VE등은 품질을 위한 기법으로 확률, 통계에 의한 과학적 관리기법의 오류를 인정하는 “리스크 관리”를 의미한다.

도로의 유지보수는 기능의 보존행위로서 보강, 개량이 포함된다. 유지관리의 효율은 LCC 저감의 함수이다. 최근 시작된 PMS, BMS, TMS 등은 미국 FHWA에서 적용을 강조하여 NCHRP 보고서에 그 지침이 제시되고 있다. 우리나라 실정에 부합되는 도로 유지보수시스템의 발전 개발이 필요하다.

미래의 신설도로 개발에서 기존도로의 기능 확대 및 시스템화로 시민 생활의 질을 높이고, 절약된 건설비용을 사회의 다른 분야에 활용하는 것이 미래지향적 지표가 된다.

⑤ 지구환경문제

지구환경문제는 미래사회의 문제로 공간과 시간이 다음 세대에 연결되는 원대한 미래문제이다. 동물의 이동통로로 환경친화적 설계라 자위하는 소극적이고 근시안적인 환경개념은 하루 빨리 부식되어야한다. 도로교통의 자동차는 가스를 배출함으로 지구온난화라는 지구 규모의 환경문제를 야기하고 있다.

궁극적으로 환경문제는 자원 문제로 귀속되므로 유한한 지구 자원의 효율적 사용을 위하여 근본적으로 근면, 절약이 핵심 이슈인데, 이를 위한 방안으로 인간 생활스타일의 전환이 먼 미래를 위한 환경적 태도이다.

2. 의사결정론

1) 의사결정의 의의와 그 본질

(1) 의사결정의 의의와 필요성

우리의 일상생활은 의사결정(Decision Making)의 연속이다. 의사결정의 목적은 문제의 해결, 선택, 교섭, 합의형성이며, 의사결정의 주체는 개인, 단체, 국제기관까지 그리고 인사, 예산, 영업 등 광범위하게 활용되고 있다. 이 의사결정은 개인에서 사회에 큰 영향을 주는 중대사와 직결되므로 중요한 문제라고 하지 않을 수 없다.

도로설계에 비유할 때, 선형에 대한 의견은 누구라도 제시할 수 있는 것이다. 그러나 “효과적인 선형”이란 도로의 기초지식과 넓고 많은 경험을 가지므로 성취되는 의사결정이다.

(2) 의사결정의 분류 및 과정

의사결정의 주체와 대상에 의한 분류는 전략적, 관리적, 업무적, 정형적, 비정형적 과 개인 또는 집단의 의사결정이 있고, 체계화에 의한規範的, 또는 演繹合理主義的 의사결정론, 實證的 또는 經驗合理主義的 의사결정론 등의 분류도 있다.

일반적인 의사결정 과정은 ①문제의 인식 ②정보수집과 대안의 탐색 ③대안의 평가 ④최적대안의 선택 ⑤실행과 평가 이다. ⑤에서 문제발생시 ②로 feed-back 하는 것이 과정이다.

(3) 창조적 의사결정



창조적 행위는 새롭고 유용한 아이디어를 도출 시키므로 능력이나 모티베이션과 함수 관계를 갖고 있으며, 물리적, 사회적 영향을 받는다.

의사결정에서 창조성 개발의 프로세스로 준비 단계, 잠복단계, 통찰단계, 확인단계의 과정을 가진다. 이런 창조적 개발에는 많은 방법이 개발되어 있으며 대표적으로 ①自由聯想法 ②브레인스토밍 ③고든 법(W. J. Gordon 과 Arthur, D. Little) 등이 있다. 이러한 방법은 VE과정에서도 이용된다.

2) 의사결정의 새로운 思考技術

(1) 의사결정의 최적화

Harvard Business Review(HBR)에 “Even Swaps 법” 등 최적화 기법이 소개되고 있다. 이것은 많은 선택지에서 하위선택지의 取捨選擇으로 문제를 해결하는 방법이다.

(2) 소박이론과 직관적 의사결정모델

원인에 대한 귀납적추론을 일종의 이론으로 본다. 이와 같이 과학적 방법을 이용하지 않고 형성되는 이론을 素朴理論(Naive Theory)라 하는데, 이는 사례 데이터와 더불어 기억속에 저장되어 있다가 일반적인 과학지식과 무의식 속에서 발휘된다. 그래서 소박이론의 설명은 대부분 확률적이 아닌 인과적, 결론적이라 할 수 있다. 이러한 경험을 기초로 구성된 소박이론은 여러 가지 불합리한 부분이 있으나 전체적으로는 일상적인 현상을 그 나름대로 통일적인 설명이 됨으로 간편하게 이용이 된다. 반면에 소박이론은 많은 리스

크를 수반할 수 있다.

(3) 정보와 의사결정

일반적으로 정보는 의사결정의 불확실성을 감소시키는 기능이 있듯이 정보와 의사결정은 밀접한 관계가 있다. 현대는 대량화, 고도정보화 사회로서 인터넷을 통한 정보는 과거에 상상할 수 없는 양의 정보를 순간적으로 입수할 수 있다. 그러나 이 엄청난 정보의 바다는 의사결정에 오히려 혼선을 주는 정보의 paradox 현상을 초래한다. 그리고 더 큰 문제는 정보의 조작이라는 비윤리적 범죄가 의사결정에 장애요소가 될 수도 있다는 것이다. 그러므로 예측판단 등 의사결정을 위한 정보데이터의 이용에는 데이터의 신뢰성과 예측능력의 두 가지 주의점이 있다.

(4) 의사결정의 synergy 효과

의사결정에는 직접적인 절차와 정보가 필요한 절차가 있다. 그래서 의사결정에는 직접관련 기술 외에 사회전반에 걸친 학제간의 융합된 지식이 필요하다.

계량사회학은 모든 사회활동의 전략(Strategic)에 매우 유효한 학문이다. 많은 대안 중에서 대안의 순위를 정하는 기법, 選好를 效用(utility)의 개념으로 선호도나 양호도를 정하는 것, 경제학의 Pareto 최적 이론은 게임이론의 sum zero 와 관련된다. 이외에 불확실성에 대한 확률론, Portfolio의 리스크의 분산 대응책, 죄인의 딜레마 등으로 많은 의사결정의 효율을 높일 수 있다.

3. 공학윤리학

1) 윤리학 일반론

(1) 윤리이론 개요

서구의 전통적인 윤리이론은 공리주의자에 의하여 전개된 “결과론(목적론) 이론”과 비결과론적 이론으로 “의무론적 이론”이 있다. 윤리이론은 다시 “행위와 규칙”으로 나뉜다. 그리고 현대윤리학의 특징은 공리주의에 대한 반발로 자연주의적 오류를 다음과 같이 지적하고 있다. 첫째, 정의할 수 없는 것을 정의하려는 것, 둘째, “선”과 같은 비자연적속성을 “쾌락”과 같은 자연적 속성에 의하여 정의하는 점 들을 지적하고 있다.

(2) 응용윤리학의 개요

응용윤리학이란 “선, 악”을 판단하는 근거가 되는 원칙을 연구하는 학문이다. 최근 미국에서는 생명윤리학, 환경윤리학, 시장윤리학, 정보윤리학, 언론윤리, 공학윤리(연구윤리) 등 많은 전문분야의 이름이 붙은 윤리학이 등장하고 있는데 이를 일괄하여 “응용윤리학(Application Ethics)”라 하고 있다.

2) 공학윤리학 개요

모든 현대기술은 위험한 것들을 안전하게 이용하는 지혜라고 말할 수 있다. 결국 기술자는 관련된 전문적 기술 및 넓은 지식에 더하여 공의와 관련된 높은 윤리성이 요구된다.

공학윤리를 단적으로 표현한다면 전 미국전문기술자협회 윤리규정에서 볼 수 있듯이 기술자의 基本的意義의 첫째로 “公衆의 안전, 건강, 복리를 보호할 것” 그리고 이어서 “고용주 및 클라이언트에 대한 의무” 및 “내부고발의 의무” 등으로 구성된 점에 유의 할 필요가 있다. 이러한 선진국의 윤리규정과는 달리 우리의 윤리관은 동양의 정서에 바탕을 두어 귀속의식이 선행되는 문제가 발생하며, 이의 해결은 우리의 과제로 생각된다.

(1) 기술자윤리와 기술윤리

공학윤리(Engineering Ethics)란 영어에서 유래됐지만 일반적으로 공학윤리는 좁은 뜻의 “기술자윤리”로서 기술자 개인이 업무에서 윤리에 관계된 문제에 봉착했을 때, 어떻게 대처해야 하는가를 취급하고 있다. 원자력, 유전자 조작 등 사회적 불확실성의 특정 문제는 차원이 다르지만, “기술윤리” 또한 매우 중요한 문제로서 기술자도 이에 관심을 가지고 주체적인 위치에서 생각해야 할 것은 물론이다.

① 기술평가

기술이 위험을 안전하게 이용하는 지혜인 이상, 어떤 위험이 내포되어 있다. 그 기술이 주는 편익을 비교하여 수익자가 수용여부를 정하는 개인수준 또는 국가차원의 “기술평가”가 있다. 이 기술평가는 안전문제 뿐만이 아니라 자원, 환경 등이 포함된 포괄적인 평가가 되어야 한다. 기술자는 사회가 수용한 기존의 기술보다 더 안전한 기술 개발에 노력해야한다. 이것은 높은 차

원의 “기술자윤리” 문제에 속하며, 이를 배제하고는 “공학윤리”는 완성될 수 없다.

② 제조물 책임과 국제공학윤리

제조물 책임(Product liability : PL)의 목적은 “결함 상품으로 인한 소비자 피해에 대한 행법의 구제한계를 보완하고 소비자 보호의 세계적 추이 및 시장개방에 대응하기 위함”이다. 미국의 경우는 뚜렷한 PL법보다는 판례의 증가에 의한 발전이 1960년대부터 시행되었다. EU는 1988년에 일본은 1995년에 시행이 시작되었으며 우리나라는 2002년 7월에 시행되었는데 결함의 대상으로 설계, 제조, 표시상의 결함을 갖는 제조 또는 가공된 動産이며, 손해배상 책임자는 제조, 가공 또는 공급자이며 손해배상 범위는 제조물의 결함으로 인한 정신적, 물질적 손해를 모두 포함한다.

(2) 윤리규정

최근 세계추이에 발맞추어 우리나라도 정부, 학회, 협회, 기업들이 윤리규정이나 행동강령을 제정하고 있다. 공학윤리의 선구자인 미국의 전미전문기술자협회는 “윤리규정(Code of Ethics)” 외에 엔지니어의 신조(Engineer's Creed)도 규정하고 있다. 전미전문기술자협회에서는 회원의 언동에 의문이 발생했을 때, 그것이 윤리규정에 적합한지를 평가하는 심사위원회도 설치되어 있으며, 과거 사례에 대한 방대한 자료를 홈페이지를 통해 제공하기도 한다.

(<http://onlineethics.org>)

(3) 전문직과 조직인의 윤리

현대사회의 기술자는 대부분 조직의 일원으로 업무를 수행하고 있다. 하지만 조직의 이익과 공중의 안전 건강 복지를 동시에 확보하기에는 서로 상반되는 이해관계 등이 존재한다. 조직 내에서 뜻대로 안 되는 경우도 있고 조직으로서의 대응이 불충분한 경우도 있을 수 있는 것이 이 세상의 상례이다. 어느 경우라도 기술자 자신이 내린 판단으로 행한 행위에 대하여 자신이 책임져야 한다는 점을 명심해야 할 것이다.

(4) 대응해야하는 윤리문제

기술자 윤리는 초보단계로 아직 그 의식도 논의도 거의 없어, 전 사회적인 관심이 필요하다. 동양적 정서에서는 기술자에게 내부 고발을 권유하는 등의 방법이 비판과 반발을 일으킬 수 있겠지만, 공학윤리의 목표는 넓은 시야에서 공학윤리의 문제를 인식한다는 데 있어 기술자의 윤리뿐만 아니라 기업윤리문제도 같은 해결책이 필요하다.

(5) 행동상의 대안

① 안전을 위한 설계

어떤 제품이나 시스템을 이용하는데 이에 따른 위험이 있다고 인정되는 경우 조치를 취하는 것은 당연한 일이다. 안전을 위한 조치는 다양하다. 부분의 안전계수를 높이는 설계, 실패했을 때 피해를 최소화하는 설계, 같은 기능을 하는 부가설계, 오작동의 원인을 제거하는 설계 등이 있는데 기술자는 자기가 직면한 위험의 성질에

따라 충분한 안전대책을 강구해야 한다.

② 내부고발

경우에 따라 경영상의 판단에 의하여 기술자가 이익이나 손해가 되는 안전대책의 명령을 받을 수 있을 것이다. 이 때 기술자가 사회적 책임을 이행하는데 있어 하나의 선택을 해야하는 것이 내부고발(whistle blowing)이다. 이 내부고발의 문제는 공학윤리의 규정에 있으나 고발의 필요조건에 대한 판단은 고용자에 손해가 없도록 신중히 할 필요가 있다.

(6) 기술과 사회의 상관관계

공학윤리가 매우 특수한 것은 주로 기술자의 개인적인 도덕의 문제로 취급되고 있다는 점이다. 기술과 사회의 관계에 대하여 두개의 극단적인 모델이 있다. 하나가 기술의 발전은 자율적으로 진전되고 그것이 사회발전의 방향을 결정한다는 “기술결정론(technological determinism)적 사고방식이고, 이와 대립하는 사고로 기술에 관한 문제의 설정과 문제 해결의 방향을 제시하고, 문제가 해결되었을 때의 기준 등 모든 비공학적 요인을 포함한 사회적 프로세스에 의하여 주어진다는 “사회구성주의(social constructivism)”가 있다.

3) 연구윤리

윤리적 행위 또는 윤리적 의사결정에는 종종 도덕적 면도 있으나 많은 경우 윤리적 기준의 근본은 전문직업의 강령(professional code)이다.

윤리적 연구의 실행은 새로운 명문화 또는 암묵적 기준에 초점이 이동되고 있어 미래의 연구자들에게 교육의 필요성이 요구된다.

4) 실수할 수 있는 기술자

일이 잘못되었을 경우 누가 책임을 져야 하는가의 문제는 전 세계의 엔지니어가 직면한 중대 문제의 하나이다. 그래서 엔지니어의 과실에 대한 형사고발이나 엔지니어들에 대한 민사손해배상 청구의 증가는 엔지니어의 심각한 위협이 될 수 있다. 엔지니어는 자신이 통제 할 수 없는 문제들에 대해 결정을 내리도록 요구받고 있고 또 그러한 결정에 대해 책임을 지도록 강요받고 있다. 이런 엔지니어와 사회와의 급격한 관계 변화로 엔지니어에게 하나의 전환점이 되고 있다.

4. 결론

“진보에서 성숙으로” 향하는 미래사회의 도로는 유한한 자원의 보호, 균형 있는 분배 등을 목적으로 하며, 이에 따라 대규모 도로사업을 지양하고 있다. 또한 사회는 정보화 및 대량소비화에 따라 욕구는 다양화되고 생활 스타일도 변하게 된다. 이런 사회의 변화 및 욕구에 맞춰 도로는 신설보다 기존도로의 기능화 및 교통 효율의 극대화에 초점을 맞춰야 한다. 또한 미래는 다음세대를 포함하는 지구환경에 대한 고려 없이는 우주가가 요구하는 “지속 가능한 개발”의 실현이 불가능하다.

미래의 도로기술은 미래사회의 변화와 요구에



따른 규범과 척도의 전환이 필수 과제이다. 이들 과제에서 “주행속도 기준”으로의 기준 전환과 “연속성”을 이용한 평가가 필요하다. 사업의 경제적 가치에 대한 기법인 VE는 그 평가에서 LCC 개념의 적용이 필요하며, 그 진실한 가치는 “창조성”에서 나온다. 또한 이 창조성은 Brain storming 등을 통해 극대화 될 수 있다.

도로기술에 “환경 친화적 ...” 이란 소극적이고 미시적인 사고보다 적극적이고 거시적인 deep ecology를 통한 자연 보존이 필요하다. 이

는 다음세대에 아름다운 생활터전을 물려주어야 한다는 도로기술의 목적이며, 이와 더불어 관련된 도로정책의 시행이 필요하다.

도로 사업의 사회성 및 효율성을 극대화 하는 미래도로와 미래기술을 위한 최고기술로 “의사결정”은 매우 중요하며, 이 의사결정의 규범은 “공학윤리”에 따라야 한다. 결국 미래 도로 기술자에게 가장 중요한 연구 대상은 “의사결정”과 “공학윤리”이다.