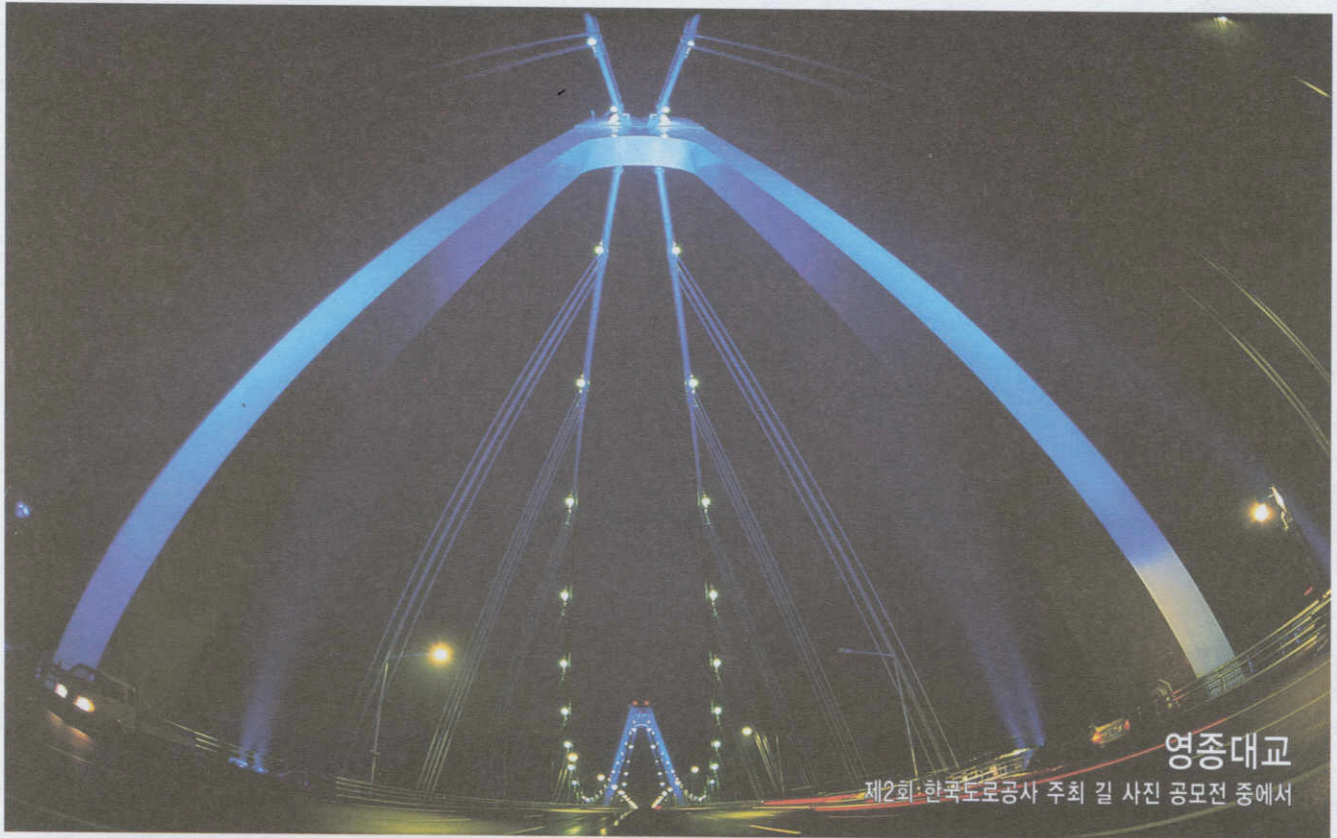


제 31호

설계심사

2001년
9월<http://www.freeway.co.kr/simsa/index.html>

한국도로공사 ■ 기술심사실 발행 ■ 발행인 : 오정록 ■ 편집인 : 김선지 ■ 경기도 성남시 수정구 금토동 293-1 ■ TEL 02)2230-4193 ■ FAX 02)2230-4199



영종대교

제2회 한국도로공사 주최 길 사진 공모전 중에서

알려드립니다 - 「설계심사」誌 인터넷발간

고속도로 기술 및 설계자문위원과 교류를 증진하고, 도로설계 및 시공관련 기술공유를 통해 기술발전을 도모하기 위해 발간하고 있는 설계심사가 고속정보화시대에 발맞춰 11월호부터 인터넷으로 발간됩니다. 인터넷판 「설계심사」는 앞으로도 보다 알차고 내실있는 내용으로 여러분들을 찾아갈 것입니다. 그간 설계심사지를 아끼고 사랑해주신 많은 분들의 지속적인 관심과 사랑을 부탁드립니다. (인터넷판 「설계심사」 : <http://www.freeway.co.kr/simsa/index.html>)

C O N T E N T S

심사마당

2

· 호주 빅토리아주 도로관리청(VicRoads) 업무연수 후기
박영재 대리 / 기술심사실

위원기고

3

· 도로사면 유리관리를 위한 제언
박남서 사장 / 대덕공영(주)

설계정보

4~5

· 터널 피난연락경 설치기준
· 부체도로 방호시설 설치형식
· 터널 라이닝 보강철근 지지방안

기술논단

5~6

· AASHTO Policy on Geometric Design of Highways and Streets 2001 (4th edition) 개정 권봉경 대리 / 기술심사실

포커스

7

· 환경의 가치

김선희 연구위원 / 국토연구원

시공현장정보

8~9

· 파형강판을 이용한 합성형 통수로암거

류진규 부장 / 기술심사실

기획취재

10~11

· 구조해석 및 설계프로그램 MIDAS/GENw

협력업체 소개 · 알림마당

12

· (주)한석엔지니어링
· 설계심의, 설계심사, 설계자문 실적 및 계획
· 위원동정

고속도로 상식

고속도로상에서 가장 긴 교량과 터널은?

고속도로상에서 가장 긴 교량은 2000년 11월 개통된 서해대교로 그 연장이 7,310m에 달한다. 이 교량은 국내에서 가장 길뿐만 아니라 세계에서조차 5번째로 긴 교량이다. 고속도로 관리차원에서 서울외곽순환고속도로에 위치한 부천고가교가 7,754m로 더 길지만 시가지내 고가교로 통계에서는 제외하였다.

고속도로상의 가장 긴 터널은 '99년 9월 개통된 영동고속도로 둔내터널로 그 연장이 3.3km에 달하며, 철도터널을 제외하고 국내에서 가장 길다. 또한, 건설중인 터널로는 4,520m의 죽령터널로 2001년 개통을 목표로 공사중에 있다.



호주 빅토리아주 도로관리청(VicRoads) 업무연수 후기



박영재 대리
기술심사실

호주 빅토리아주 도로관리청과 우리공사의 상호이해증진 및 기술교류를 위한 3개월 과정의 업무연수과정을 통해 알게된 호주의 VicRoads에 대해 소개하고자 한다.

호주는 18세기 말경 영국 죄수들의 유배지로 시작되어 1850년대에 골드러시(Gold Rush)를 기화로 정착민들

이 급증하여 호주연방이 구성되었다. 이제는 영국으로부터 독립하여 민주공화국이 되었으나, 아직도 사회 전반에 걸쳐 영국의 영향이 많이 남아있는데, 일례로 영국여왕의 생일인 6월 11일은 호주의 국경일로 지정되어 있다. 호주는 현재 6개의 States와 2개의 Territories로 나뉘어져 연방정부제 도로 관리되고 있으며, 그 중 빅토리아주(州)는 면적이 약 7.7백만km², 인구는 약 4백7십만명이며, 호주에서 두 번째로 큰 도시인 멜버른을 주(州)의 수도로 하고 있다.

VicRoads는 빅토리아주(州) 주 정부 산하 도로 및 교통관리 기관(직원수 2,300명)으로 총 연장 23,400km의 도로관리, 차량등록 및 면허발급업무를 수행하고 있으며, 크게 Deputy Chief Executive, Business Operations, Major Project, Regional Services, Commercial Services로 구분된다.

특히, COMMERCIAL SERVICES에 있는 부서중 Corporate Secretariat, International Projects 및 Building Services를 제외한 모든 부서는 "Off-Budget"

으로 운영되며, 영리추구를 목적으로 한다.

업무연수과정을 통해 보고 느낀 몇 가지를 간단히 소개하면, 우선 VicRoads의 모든 업무는 인트라넷을 통하여 업무내용 등급에 따라 직원 누

구나 조희가 가능하며 기존에 책자 및 문서로 발간되던 매뉴얼, 문서양식 등을 전산화하여 물적, 시간적 낭비 요인을 제거하였으며, 업무의 투명성을 높였다는 점이다.

또한, 계획단계에서 지역주민을 참여시켜 대다수 주민이 공감하는 도로건설을 시행하며, 각종 동식물에 대한 보호정책 및 원주민에 대한 충분한 사전조사를 통해 건설 중 혹은 준공 후 도로인근주민 및 관련환경단체에 의한 민원발생을 최소화하며 추후 관련사업 시행 시 업무추진에 많은 도움을 준다.

VicRoads에서 사용되는 도로개발, 유지관련 각종 예산은 연간 약 4조원 가량 되며 이 자금은 연방정부 혹은 주(州)정부로부터

RSM(Road System Management)을 통하여 관리된다. 적지 않은 예산이므로 각별한 관리를 하고있으며 모든 사업 우선순위 결정시 자체개발 프로그램인 EVAL-4와 EVAL-M을 사용한다. 특히, 2002년부터는 포장유지보수 관련 예산관리 및 업무계획 결정시 HDM-4를 적용할 계획이며, 이들 프로그램을 통해 예산관리 및 각종 사업계획의 효율적인 집행관리를 도모할 수 있다.

또한, VicRoads는 지난 12년 간 세계 약 20여 개 국에 도로유지관리, 도로계획, 차량등록 및 면허발급, 교통안전 등 도로관련 각종 업무에 대한 해외교류 사업을 활발히 시행해 오고 있다.

VicRoads는 지난 반세기 동안의 도로건설 및 유지관리를 통한 기술 및 조직관리가 상당히 발전되어 있었으며, 현재도 효율적인 도로관리를 목적으로 계속 개선중이다. 앞으로도 업무연수와 같은 상호교류를 통해 아시아·태평양 지역 협력체제 강화를 위한 지역거점 확보와 향후 사업 개발을 위한 기반 구축 및 상호 유대 강화를 통한 기술교류 협력분야 확대 등을 지속적으로 추진해야할 것으로 생각된다. 🌱



최근 도로의 선형조건이 개선되면서 국토의 3분지 2가 산악으로 구성된 우리나라 지형에서는 불가피하게 절개사면이 증가하게 되었고 앞으로도 고속도로에서만 약 300개 가량의 사면이 매년 새로 생겨날 것으로 예상되고 있다.

사면에 대한 인식은 그 형태나 규모, 지반조건의 다양성 등으로 인하여 토

목구조물로서 인식하기에 미흡할 점은 있으나 사면에서 활동이 발생할 경우 인명 및 재산의 손실 뿐 아니라 물류의 지연 등 사회 경제적 손실이 막대할 수 있다. 따라서 여타 구조물의 유지관리시스템 구축과 궤를 같이하여 사면도 유지관리체계를 구축할 필요가 있다.

우리나라 절토사면이 갖고 있는 특성상 장기적인 유지관리 체계가 필요한 이유로, 첫째는 우리나라 사면의 불안정성과 강우조건과는 매우 밀접한 관계가 있다는 점이다. 일년강우의 3분지2 이상이 여름철에 집중되어 강우에 의한 사면 지반의 침식, 함수비 증가에 따른 사면지반의 강도저하, 하중증가, 간극수압의 증가 등 사면 불안정요인과 강우와의 상관관계가 매우 크다.

두 번째는 사계절이 뚜렷한 우리나라 기후 조건상 동결된 지반이 봄에 녹으면서 표면균열의 발생, 지반 강도 감소, 지반의 소규모 침식 등이 봄에 일어나는 사면파괴의 주요 원인이 된다. 따라서 봄철에 많은 사면 문제는 대개 대규모 활동보다는 낙석, 낙반 등이 주종을 이루는 특징이 있다. 또한, 우리나라 지반의 풍화도(Weathering Degree) 등도 사면안정 검토시 고려해야 할 사항이다. 특히 절개되어 노출된 연암이나 풍화암은 시간의 진행 및 함수비의 증가에 따라 공학적인 거동특성이 크게 변한다. 심지어는 자연사면에서도 장기적인 포행(Creep)으로 나무들이 비스듬하게 자라는 것을 볼 수 있다. 따라서, 장기적으로 사면의 유지관리를 도모하기 위해서는 절개사면에 대한 체계적인 조사와 효율적인 자료관리를 통하여 지역별, 지반특성별

위 원 기 고



박남서 사장 / 대덕공영(주)

사면거동 특성을 체계화할 수 있도록 하는 데이터 프로그램이 개발되어야 할 것이다.

이러한 시스템 개발에서 한가지 제안하고 싶은 것은 사면의 데이터 축적시에는 기존사면과 신규사면을 차별화시킬 필요가 있다는 것이다.

기존 사면의 경우 시공이 완료된 표면 보호공에 의하여 지반상태를 정

도로사면 유지관리를 위한 제언

확하게 파악하기 어렵고 지반의 불연속면에 대한 자료를 얻기 어려운 반면, 새로 생성되는 사면의 경우 조사-설계-시공에 이르는 과정에서 체계적으로 자료를 얻을 수 있으므로 보다 합리적인 결론을 유도할 수 있으리라 판단된다.

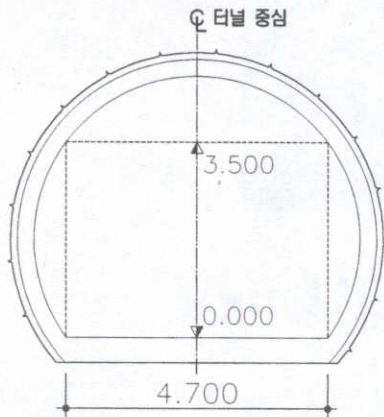
데이터의 충실도 역시 최종성과물에 영향을 크게 미치므로, 새로 만들어지는 사면의 경우 조사-설계 단계에서의 자료는 물론 시공단계에서도 사면의 Face Mapping을 의무적으로 시행토록 하여 유지관리용 기초자료로서 활용할 필요가 있다. Mapping의 경우 개인적인 능력차이를 고려하여 최소한도 불연속면에 대한 분류와 조사방법 등에 대한 지침이 유지관리시스템과 연관하여 제시되어야 할 것이다. 사면평가 방법도 암반사면일 경우에는 비교적 많은 자료가 축적되어 세계적으로 널리 쓰이고 있는 SMR(Slope Mass Rating) 방법을 국내에서 적극 활용하는 것도 하나의 방안이라 생각한다.

도로 사면의 유지 관리 시스템을 구축하기 위해서 대상지역이 광범위하고, 취합해야 하는 자료가 다양하므로 적절한 기술인력 양성과 충분한 예산의 배정이 뒷받침되어 기존 사면의 평가, 시행중인 엔지니어링업무 중 불완전한 부분의 점검 및 개선, 사면 안정성 판단기준 및 유지관리체계 정립, 사면 관련 지침서의 제시, 연구활동 수행을 통한 기술향상 등이 효율적으로 이루어지기를 기대한다. ♣



터널 피난연락갱 설치기준

1. 구난범위에 따른 설계적용규격

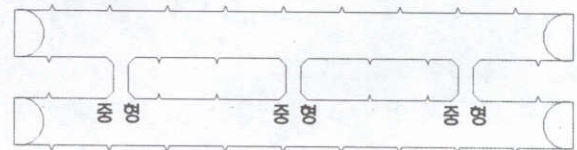


- ◆ 적용규모 : 중형
- ◆ 구난범위 : 인명
- ◆ 피난연락갱 이용주체 : 인명 및 비상차량(중형 소방차, 중형 견인차, 구급차)

- ◆ 설치규모 : 4.7m(폭) × 3.5m(높이)
- ◆ 특 징
 - 비상차량 이용으로 인명 구난 원활
 - 비교적 공사비 저가
 - 일반차량 피해 우려

2. 장대터널 설치형태

- ◆ 설치방법 : 단독형(동일한 형식 병렬설치)



- ◆ 특 징
 - 일관성 있는 설치로 구난 및 대피 원활
 - 시공성 우수

부체도로 방호시설 설치형식

구 분	강성 방호시설		가요성 방호시설
	토사 방호벽	콘크리트 방호벽	가드 레일
개요도			
장단점	○이용객의 심리적 안정감 확보 ○고속도로와 완전분리가능 ○자연친화적인 방호울타리 ○추가용지 필요	○지반이 암반일 경우 시공성 및 유지관리 우수 ○강성방호울타리로 절대방호지역에 설치 ○안전성 우수	○지반이 토사구간일 경우 시공성 우수 ○지반종류에 따른 지주시공성에 영향

- ◆ 부체도로 방호안전시설은 상기의 형식을 표준으로 현 장여건에 따라 선택
 - 부체도로가 고속도로보다 높은 곳에 위치하는 경우에는 이용차량 등 운송수단이 추락할 경우 대형사고가 예상되므로 절대방호형식의 강성방호시설(토사

및 콘크리트 방호벽) 적용

- 고속도로보다 낮은 곳의 부체도로에 방호시설 설치가 필요할 경우에는 가요성 방호시설도 설치 가능
- ◆ 또한, 부체도로 이용자의 오물투기와 무단출입이 예상되는 구간에는 가드웬스 등의 시설물 병행설치

터널 라이닝 보강철근 지지방안

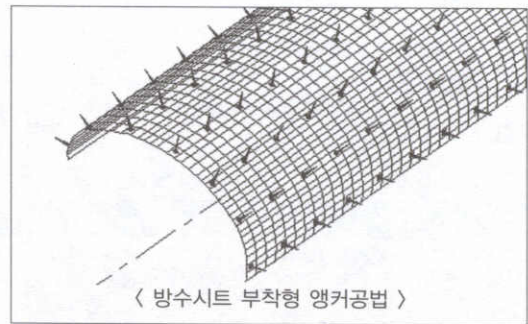
1. 철근콘크리트 라이닝 시공 대상

- ◆ 터널 입·출구부
- ◆ 비상주차대(피난연락갱) 구간
- ◆ JET FAN 설치구간
- ◆ 지반불량구간 등

2. 개선방안

- ◆ 모든 터널(피난연락갱 제외) 철근콘크리트 라이닝 시공 시 철근지지를 위한 방수시트 부착형 앵커공법을 적용

- ◆ 단, 방수시트 부착형 앵커공법 시공시 앵커볼트 인발 시험 및 방수시트 진공 테스트를 반드시 시행



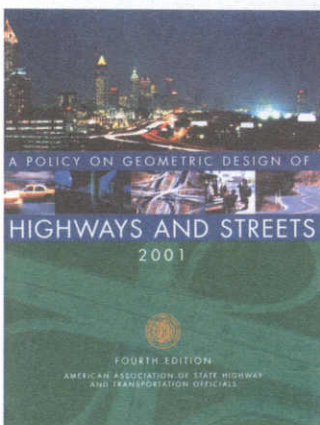
기술논단

AASHTO Policy on Geometric Design of Highways and Streets 2001 (4th edition) 개정



권봉경 대리 / 기술심사실

미국 AASHTO의 "A Policy on Geometric Design of Highways and Streets(1994)"은 도로분야의 오랜 설계, 운영경험과 연구실적이 반영된 서적으로 우리나라를 비롯한 여러 나라에서 도로 설계기준 결정시 참고자료로 활용하고 있으며, 우리공사에서도 지난해 1994년 발행본을 번역 발간한 바 있다. 1994년에 마지막으로 개정된 지 7년만인 올해 초 4차 개정본이 발간되어 그 주요내용을 소개하고자 한다.



1. 참여부서 및 기관

- 18개 州 교통부 (Department of Transportation)
- 연방도로청 (Federal Highway Administration)
- 미국 공공건설협회 (American Public Works Association)

- 전국 지방기술자 협회(National Association of County Engineers)
- 全美 시 연합회(National League of Cities)
- New York 및 New Jersey주 항만청(Port Authority of NY and NJ)

2. 개정내용에 반영된 연구결과

- NCHRP 375 - 중앙분리대 교차점 설계 (Median Intersection Design)
- NCHRP 383 - 교차로 시거 (Intersection Sight Distance)
- NCHRP 400 - 정지시거 (Stopping Sight Distance)
- NCHRP 420 - 출입제한의 관리 (Access Management)
- NCHRP 439 - 편경사 및 변화구간 (Superelevation and Transitions)
- 도로용량편람 2000 (Highway Capacity Manual 2000)
- NCHRP 240 - 영업소 (Toll Plazas)
- NCHRP 241 - 트럭의 주행특성 (Truck Operating Characteristics)

- NCHRP 264 - 로터리 (Roundabouts)
- Transportation Research Circular 430
- FHWA-RD-97-135 Older Driver Handbook
- FHWA-RD-00-067 Roundabouts : An Informational Guide

3. 주요 개정내용

가. 제2장 설계기준

○설계속도의 정의

당 초	변 경
모든 조건이 양호하여 자동차의 주행이 도로조건에 의해 지배될 때 도로의 상당한 구간에서 유지될 수 있는 최대 안전속도	도로의 기하구조 설계요소를 결정하기 위해 선택된 설계속도는 지형, 주행속도의 기대치, 인접지역의 토지이용현황 및 도로의 등급과 부합되어야 한다.

- 차량 제원의 향상 및 발전에 따라 설계기준자동차 변경
- 출입제한, 출입제한의 관리, 노령의 운전자 및 보행자에 대한 세부사항 제시

나. 제3장 설계요소

○설계속도의 범위 확대

30km/h~120km/h → 20km/h~130km/h

- NCHRP Report 400에 의거 정지시거기준 및 종단곡선 설계기준의 개정

$SSD = 0.278Vt + V^2/254f$ → $SSD = 0.278Vt + 0.039V^2/a$

(정지시거 기준 개정내용은 설계심사지 7월호에 게재)

- 대형차의 오르막 성능을 300lb/hp에서 200lb/hp로 변경
- NCHRP Report 439에 의거 편경사 기준 및 완화구간과 완화곡선에 대한 기준의 개정
- 하부통과도로의 시거기준 개정

다. 제4장 횡단구성

○연석의 용어 변경

방호벽형 연석(barrier curb) → 수직형 연석(vertical curb)

등반가능형 연석(mountable curb) → 경사형 연석(sloping curb)

- 고급의 포장(high-type) 및 저급의 포장(low-type)에 대한 정의 수록

포장의 구분	정 의
고급(high-type)	안정된 노상위에 설치된 경우 단부의 부서짐이 없고, 형상이 적절히 유지될 수 있는 상태. 노면상태 및 횡단경사의 설계가 양호하여 차량의 조작이 용이하고, 운전자가 적절한 주행경로를 유지할 수 있음
저급(low-type)	포장의 파손이 발생하여 유효폭이 감소되고 올바른 주행경로를 유지하기 위해서는 많은 노력 이 요구되는 상태

- 포물선형 횡단경사의 설치에 관한 내용 삭제
- NCHRP Report 375에 의거 중앙분리대 폭 및 개구부 설계에 관한 내용 수록

라. 제5장 도시 및 지방지역 국지도로

- 자전거 및 보행자 관련내용 수록

마. 제6장 도시 및 지방지역 집산도로

- 자전거 및 보행자 관련내용 수록
- 포물선형 횡단경사의 설치에 관한 내용 삭제
- NCHRP Report 375에 의거 중앙분리대 폭 및 개구부 설계에 관한 내용 수록
- 교통통제시설 및 침식제어와 관련된 변경내용 반영

바. 제7장 도시 및 지방지역 간선도로

- NCHRP Report 375에 의거 중앙분리대 폭 및 개구부 설계에 관한 내용 수록
- NCHRP Report 420에 의거 출입제한의 관리에 관한 내용 수록
- 간선도로 조건에서 보행자 및 자전거의 수용에 관한 내용 강조

사. 제9장 평면교차

- 교차로 지역에 관한 명확한 정의 제시

“교차로 지역에는 인지반응시간동안 차량이 주행한 거리, 제동 및 차로변경거리와 빈번히 발생할 것으로 예측되는 최대의 차량행렬에 대한 대기공간이 포함된다”

- 교차로 부근의 출입제한 관리 및 로터리(roundabout)에 관한 내용 수록
- 시인성이 우수하고 상충이 적으며 보다 많은 차량을 수용할 수 있는 좌회전차로에 관한 내용수록
- NCHRP Report 383에 의거 교차로의 정지시거 기준 변경

아. 제10장 입체교차 및 인터체인지

- 인터체인지에서 보행자 및 자전거의 수용에 관한 내용 강조
- 도시지역 일점인터체인지(Single Point Urban Interchange)에 관한 내용 보완
- 인터체인지 교차도로의 출입제한에 관한 내용 강조
- 편경사 및 횡단경사에 관한 내용 보완
- 2차로 진입연결로에 관한 내용 언급



환경의 가치

‘환경의 가치’는 얼마나 될까? 서울외곽순환고속도로 송추~의정부 구간의 공사를 남겨두고 있는 한국도로공사측은 도봉산쪽 사패산 아래에 길이 4.6km, 왕복 8차로의 터널을 뚫어 순환도로를 완성하겠다는 입장인 반면, ‘북한산국립공원 관통도로 저지를 위한 시민연대’의 20여개 환경단체는 “국립공원을 뚫고 지나가게 할 수 없다”고 주장한다. 환경단체는 ‘가슴관통론’을 들고 나오면서 절대 불가입장이고, 사업자는 환경단체가 주장하는 10km이상의 우회노선은 7,000억 이상의 추가예산이 소요되며 전체 산림훼손면적이 훨씬 늘어나서 사업의 경제성과 타당성이 없다고 주장한다. 중재에 나선 환경부는 터널로 통과하되 차폐녹지 등으로 환경영향을 최소화할 것을 제안하고 있다. 사패산의 가치는 과연 얼마나 될까?

지난 5월 순차적 개발안으로 결론이 내려진 새만금사업에서도 ‘가치논쟁’이 치열했다. ‘논의 가치와 갯벌의 가치’ 논쟁이 그것인데, 한 방송국 쟁점토론에서 한 환경단체 사무총장은 쌀 1kg과 백합 1kg을 들고나와 시장에서 거래되는 쌀값과 백합값

을 비교해가면서 갯벌의 가치가 논미의 가치보다 상대할 수 없을 만큼 크다고 주장한바 있다. 그러나, 이런 주장은 시장과 생태계 둘 다를 너무 모른 우스운 해프닝이었다. 당장 객석에 나온 한 어부는 백합 1kg을 채취하기 위해 얼마만한 어장이 필요한지를 들어 쌀 1kg과 비교하는 것은 생태계의 ‘생’ 자로 모르는 주장이라 반박했다. 시장메카니즘 측면에서 보아도 이 주장은 지나치게 단순하고 환경단체대표입장에서도 적절한 비교가 아니었다.

시장에서 쌀 한 가마니는 철갑상어알것 한 병보다 훨씬 싸다. 해마다 수백만의 사람이 굶어죽는 이 세계에서 쌀 한 가마니가 철갑상어알것 한 병보다 가치가 없다. 그렇다고 철갑상어알것의 가치가 쌀의 가치보다 크다고 할 수 없는 것 아닌가? 또한 시장에서는 원시림 개간으로 멸종한 아주 아름다운 오스터루츠 아이팔처라는 나비는 한 조각의 종이에 불과한 블라우에 마우리티우스라는 유명한 우표에 비해

백만 분의 일의 가치도 갖지 못한다. 만약 블라우에 마우리티우스의 진기한 견본 하나가 불타버린다면 세상사람들의 비명소리는 엄청날 것이지만, 오스터루츠 아이팔처가 이 세상에서 멸종해 버렸을 때에는 단 한 줄의 신문기사도 실리지 않았다.

이처럼 환경의 가치를 시장거래 가격을 기준으로 평가할 수 없는 노릇이다.

최근 전국적으로 개발과 보전에 대한 갈등이 첨예하다. 이

러한 갈등에서는 경제적으로 기술적으로 우월한 자가 승리하게 마련이다. 경제시장에서 선한 환경파수꾼과 악한 개발업자라는 이데올로기는 기만적인 것에 불과하다. 시장에서는 이념보다는 구매력을 갖춘 고객을 찾는다.

따라서, 지금 이 시점에서 ‘가슴관통론’이란 근본생태주의로 사업의 변경을 주장할 수는 없다. 왜냐하면, 이러한



도로건설 노선결정에 있어서는 환경성도 중요하지만, 경제성, 기술성, 접근성, 통합성도 중요한 평가요소이기 때문이다. 국립공원내 사패산의 환경가치가 얼마나 큰지, 터널로 관통하게 되면 생태적으로 어떠한 영향을 초래하게 되는지 차분히 분석하여 경제성, 기술성, 접근성, 통합성 등과 비교 검토해 최선책을 모색해야 한다.

국립공원, 멸종위기종, 갯벌은 생태주의에서나 인간중심주의에서나 모두 그 가치가 크다. 그러나, 이들의 가치는 시장에서 거래되고 있지 않기 때문에 얼마나 중요하고 가치 있는지 우리는 알 수 없다. 이제 우리나라도 환경의 가치를 평가할 때가 되었다. 시장에서 거래되는 가치뿐만 아니라 비시장적 가치도 동시에 평가되어야 한다. 작금의 우리 사회가 직면한 개발과 보전의 갈등을 풀고 경쟁력 있는 사회 간접자본을 구축하고 살기 좋은 국토기반을 창조해가기 위해선 환경의 가치를 평가하는 일부터 시작하여야 한다. ♣



김선희 연구위원
국토연구원



파형강판을 이용한 합성형 통수로암거



류진규 부장
기술심사실

1. 배 경

대부분의 통로 및 수로암거에 적용하고 있는 콘크리트 암거는 광폭도로를 횡단하거나 사각이 클 경우 또는 성토고가 높은 경우 암거의 연장이 길게 되어 차량의 상호교행이 곤란하고, 콘크리트, 거푸집, 동바리, 철근 등이 다량 소요되어 공사비가 고가이며, 주위 성토체와 이질적인 강성체로 구조물 뒷채움부 침하로 인한 평탄성이 불량하고, 전단면 콘크리트 양생·시공에 따른 공사기간이 과다하게 소요되는 등의 단점이 있다. 최근 횡단암거의 문제점을 보완하기 위해 북미 등에서 지난 100여 년 간 활발히 사용되어 보편화된 형식인 파형강판 구조물이 국내에도 도입되어 일부 설계에 적용되고 있으며, 시공성과 경제성 측면에서 적용효과가 비교적 양호한 것으로 판단된다. 그러나, 현재 국내에 보급되어 활발히 사용되는 파형강판 구조물은 원형 또는 아치형과 같은 기본적인 형태로, 내공단면의 효율적 활용과 차량의 충돌시 구조물의 안전성 측면에서 단면형상 및 구조형식의 개선이 필요한 것으로 판단되며, 이를 위해 파형강판 구조물의 최적화에 대한 검토를 수행하게 되었다.

2. 파형강판 구조물의 개요

가. 재질 및 형상

파형강판 구조물은 아연도금된 강판에 골(corrugation)을 낸 후 판 전체에 곡률을 주어 휨강도와 내력을 증가시킨 강판을 주요 구조체로 사용한 구조물

파형강판의 형상에 따라 원형, 타원형, 아치형 등이 있음

나. 강도

파형강판 구조물은 콘크리트 암거에 비해 1/20~1/40의 두께, 1/15~1/30정도의 중량으로도 동일한 내하력을 발휘할 수 있음

다. 단면형상

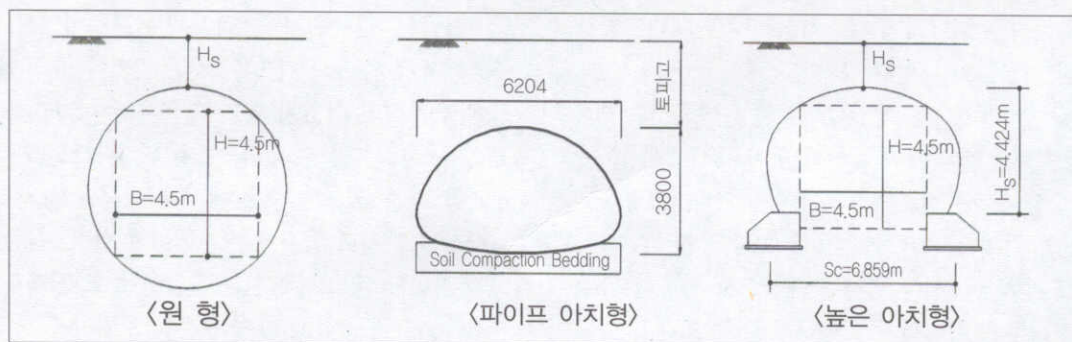
파형강판 구조물은 단면형상에 따라 원형, 파이프 아치형 및 높은 아치형의 세 가지로 구분된다.

라. 고속도로 적용현황

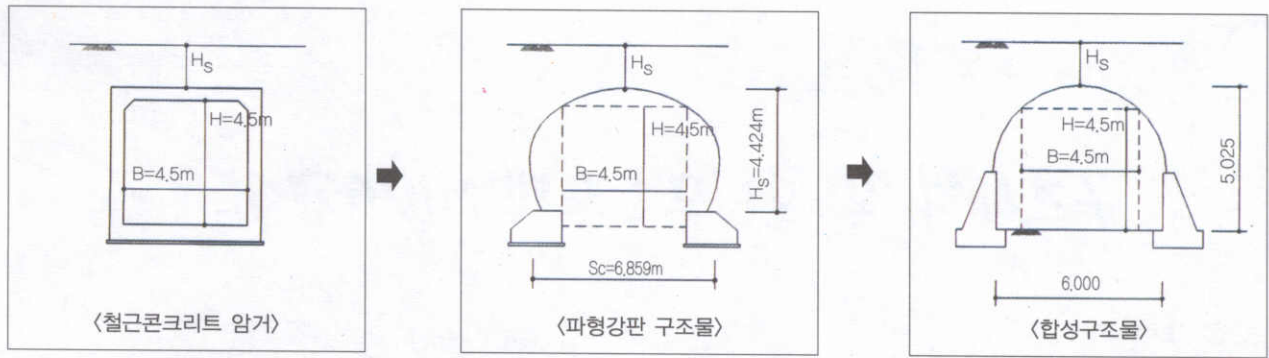
파형강판 구조물의 고속도로 적용현황은 다음과 같다

〈표 1〉 고속도로 파형강판 적용현황

노 선 명	단면형상	용도	SPAN(m)	토피고(m)	연장(m)
서해안고속도로(군산~무안간)	원형	통로	6.0	6.25	39.83
제14공구	원형	통로	6.25	6.25	48.06
서해안고속도로(군산~무안간) 제16공구	원형	수로	2.5	2.5	55.48
	원형	수로	2.5	2.5	42.3
	원형	수로	2.5	2.5	37.3
	원형	수로	2.5	2.5	40.2
	원형	수로	2.5	2.5	49.1
	원형	수로	2.5	2.5	40.8
	원형	수로	2.5	2.0	39.7
천안~논산간 고속도로 제6공구	파이프 아치	통로	5.52	3.47	76.0
중부내륙고속도로 제1공구	높은 아치	통로	6.86	4.42	62.3
중부내륙고속도로(여주~구미간) 제16공구	높은 아치	통로	10.83	6.18	54.4
	높은 아치	통로	7.82	2.48	32.7
중앙고속도로(원주~홍천간)	원형	통로	6.0	6.0	29.5



〈그림1〉 파형강판 구조물의 종류



〈그림 2〉 파형강판 구조물의 개선

3. 파형강판 구조물의 개선

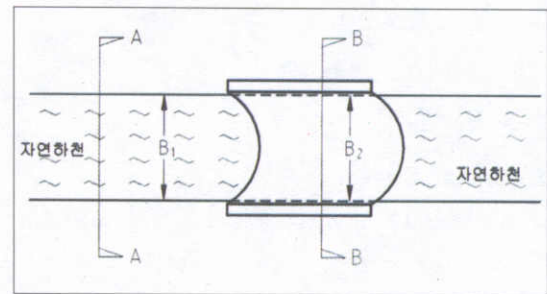
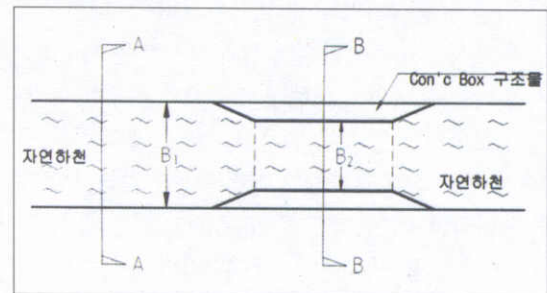
가. 상부 파형강판을 완전 반원형으로 적용

- 아치의 역학적 특성 100% 활용
- 축력 지배구조의 내구적 단면 형성

나. 측면을 응벽처리

- 차량충돌시 구조물 손상방지
- 측방여유 등 내공단면 효율성을 극대화
- 소형자동차, 중형트럭 및 대형버스의 교행가능

마. 수로암거에 적용시 자연수로의 폭원유지 가능

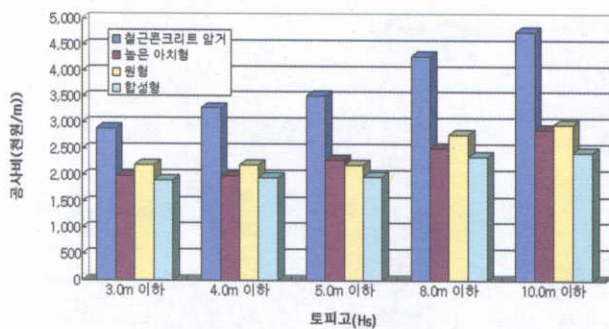


〈그림 5〉 암거구간 수로단면 비교

4. 개선효과

가. 축력지배구조의 내구적인 구조로 지반응력에 효율적 대처

나. 기존 콘크리트 암거에 비해 약 30%정도의 예산절감으로 경제적 시공 가능

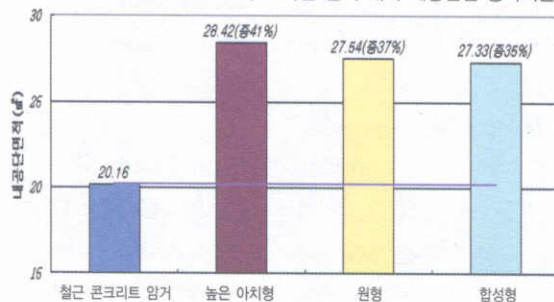


〈그림 3〉 콘크리트 암거 및 파형강판 구조물의 경제성 비교

다. 경량의 파형강판 현장조립으로 시공성이 우수하며 공기단축 가능

라. 통로암거에 적용시 내공단면의 효율적인 활용가능

()는 암거 대비 내공단면 증가비율



〈그림 4〉 콘크리트 암거 및 파형강판 구조물의 내공단면 비교

5. 결 론

시공성의 확인과 시공중 강판의 거동특성을 분석하기 위해 동해고속도로 확장공사구간에 시험시공을 추진하고 있는 합성형 파형강판 구조물은 연성구조물로 지반의 거동에 유연하게 대처할 수 있는 기존 파형강판 구조물의 장점을 최대한 활용하면서 구조형식 및 단면형상의 개선을 통해 국내 실정에 보다 적합하게 개량한 것으로서 시공성과 공기 측면에서 우수한 것으로 분석되었다.

또한, 공사비가 기존 콘크리트 암거의 70% 수준으로 나타나 경제성 측면에서도 유리하여 철근 콘크리트 통·수로암거를 대체할 수 있는 새로운 대안이 될 것으로 기대된다. 🍀



구조해석 및 설계프로그램 MIDAS/GENw

1. 프로그램 개요

MIDAS/GENw은 순수 국내기술에 의하여 개발된 Windows기반의 범용 구조해석 및 최적설계 통합시스템이다. 직관적 User Interface와 Computer Graphics기술을 이용한 사용자 중심의 입출력 기능은 복잡한 대형구조물의 모델링과 해석에서 탁월한 편의성과 생산성을 제공한다. 실무설계 및 연구목적의 구조해석 과정에서 필요한 다양한 해석기능이 포함되어 있으며, 각종 특수요소와 최신의 구조해석 이론을 접목하여 정확하고 실질적인 결과를 얻을 수 있다. 뿐만 아니라 DB로 내장된 재료특성, 단면형상, 차량하중 및 지진기록 등과 국내 및 해외각국의 설계기준들을 이용하면 더욱 편리하고 신속한 구조해석 및 설계를 수행할 수 있다.

2. 기능 및 특징

■ Menu/Input System

GENw의 Menu System은 입출력과 해석 및 설계절차에 필요한 모든 기능을 쉽게 호출하고, 화면에서 마우스의 이동을 최소화하여 작업 효율을 극대화할 수 있도록 구성되어 있다.

모델링과 해석 및 설계절차를 체계화한 Tree Menu의 Work 탭에는, 현재의 모델 데이터 입력상황을 한눈에 확인하고, 이를 수정할 수 있는 Drag & Drop 방식의 모델링기능이 제공된다.

■ File Manipulation

GENw에서는 절점과 요소를 이용한 모델링기능 이외에도 다른 형식의 파일을 직접 모델로 변환하는 다양한 파일 입출력기능이 제공된다. AutoCAD의 DXF파일과 타 구조해석 프로그램(SAP2000, GT/STRUDL 등)의 모델데이터 그리고 SDSw, MESH 등 MIDAS Family Program과의 완벽한 데이터 호환이 가능하다. GENw에는 모델링도중 사용자의 오류를 수정하기 위한 무제한의 Undo 및 Redo 기능이 제공된다. 또 On-line 상에서 프로그램의 기능에 대한 상세한 설명을 참조할 수 있는 한글On-line Manual과 검색기능이 제공된다.

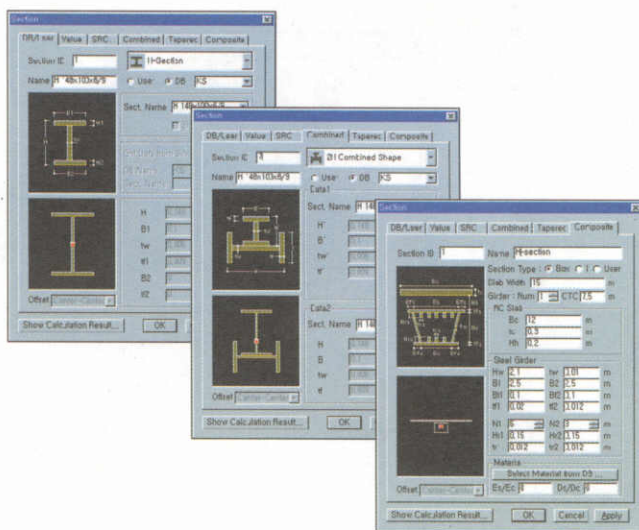
■ View Control

GENw에는 Wire Frame, Hidden, Shrink, Perspective, Rendering, Blending Effect 등 화면에 표현되는 모델의 형상을 조절할 수 있는 다양한 모델형상 표현기능이 제공되므로 보고서 및 계산서를 세련되게 작성할 수 있도록 해준다.

■ Material & Section Property

GENw에서는 KS, ASTM, AISC, JIS, DIN, BS, EN 등의 재질과 단면데이터가 DB로 구축되어 있고, 사용자정의의 재질과 단면을 사용할 수 있다.

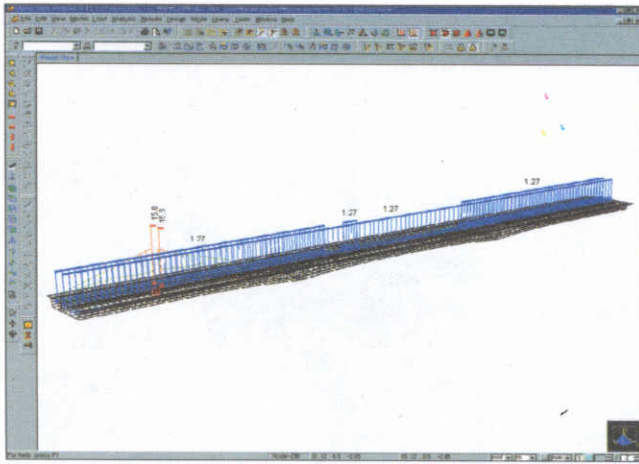
강합성형단면을 포함한 총 37가지의 단면형상을 선요소에 적용할 수 있으며, 강합성교의 합성전·후 단면성질 변화를 반영하여 해석을 수행할 수 있다. 또한 임의의 단면형상에 대하여 단면성질을 자동으로 계산하는 Sectional Property Calculator가 제공된다.



단면 입력 화면(DB/User, Combined, Composite Section)

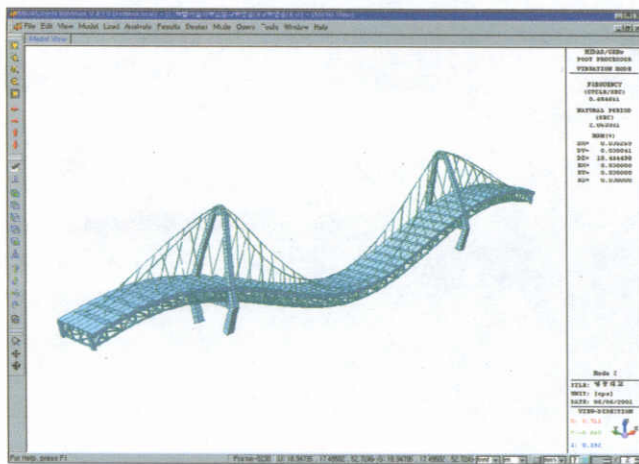
■ Moving Load Analysis

영향선해석과 영향면해석이 모두 가능하며, 차량이동하중 해석을 위해 도로교설계기준, 표준열차하중, AASHTO, Caltrans 등의 표준차량하중이 DB로 구축되어 있다. 뿐만 아니라 필요 시 사용자가 차량하중을 별도로 정의하여 사용할 수도 있다.



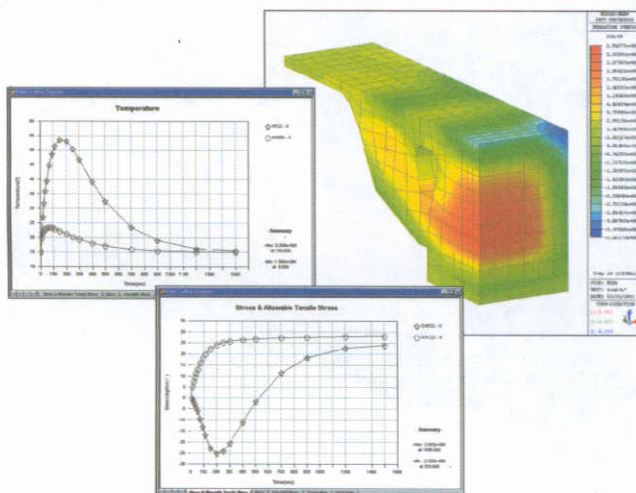
강합성교의 영향선해석 결과 및 최대부재력 유발조건의 차량하중 위치 추적도

■ Dynamic & Non-Linear Analysis



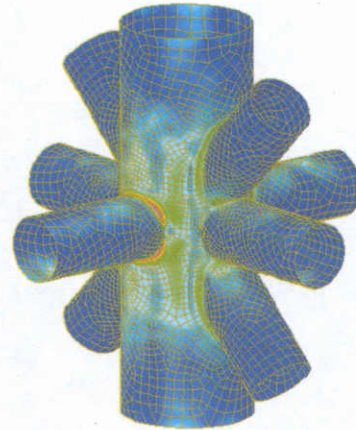
대변형해석 기능과 P-delta 해석 기능을 이용한 영종대교의 고유치해석 결과(수직 1차 모드 : 0.485 Hz)

■ Hydration Heat Analysis(수화열 해석)



PSC 박스교의 교각 주두부에 대한 수화열해석 결과 (임의시간에 따른 단계별 온도변화 및 응력변화 그래프)

- Heat Transfer Analysis (Conduction, Convection, Radiation).
- Steady State Analysis / Time Transient Analysis
- Thermo-Elastic Analysis (Temperature Stress)
- Maturity, Creep, Shrinkage, Pipe Cooling



■ 쉽고 정확한 상세해석

MIDAS/GENw과 더불어 전용모델러인 MIDAS/MESH를 함께 사용하면 일반적인 방법으로는 만들기 어려운 복잡한 형상의 모델을 설계실무자가 손쉽게 생성하여 적절한 구조해석을 수행할 수 있다.

■ MIDAS/CIVIL의 기능

MIDAS/GENw의 기능에 토목전용 구조해석 및 설계기능을 보강하여 Upgrade시킨 MIDAS/CIVIL이 올해 말에 발표될 예정이며, 추가되는 주요내용은 다음과 같다.

- 강상판 모델링이 가능한 직교이방성판요소 추가.
- 시공단계를 고려한 수화열해석 기능.
- 시공단계를 고려한 현수교 및 사장교의 역방향해석 기능.
- 변단면 자동생성기능 및 유효폭 자동계산 기능.
- PSC의 즉시손실 및 장기손실을 고려한 구조해석기능.
- 시공단계를 고려한 PSC교량의 구조해석 및 설계기능.
- PSC교량의 공법별 자동모델링(Wizard) 기능

3. 맺음말

MIDAS/GENw은 사용이 편리하며 다양한 해석기능을 가지고 있을 뿐 아니라 모델링 및 해석결과의 표현력을 바탕으로 성과품의 용이한 작성이 가능하다. 더욱이 국내의 설계기준을 충실히 반영하였으며, 한국전산구조공학회通过的 검증으로 객관적인 신뢰도를 확보하였다.

앞으로 국내 구조해석기술의 발전과 설계자동화를 통한 설계표준화 부문에도 일익을 담당할 수 있을 것으로 기대된다. ♣



ISO 9001 인증업체

고객만족의 최고품질을 추구하는 기업

주요사업분야

- 엔지니어링 활동주체
- 종합감리 (토목, 설계, 전력, 건축)
- 안전진단
- 환경영향평가
- 교통영향평가
- 일반측량

(株)韓石 엔지니어링건축사사무소

HANSEOK ENGINEERING CONSULTANTS & ARCHITECTS, INC.

대표이사 : 김 태 한

본 사 : 강원도 원주시, 행구동 642
 전 화 : (033)730-8810 FAX : (033)747-6332
 서울사무소 : 서울시 송파구 석촌동 60-8 (한석빌딩)
 전 화 : (02)2185-8401 (대) FAX : (02)417-3908

알 · 림 · 마 · 당

설계심의

월 별	건 명	심의결과
7, 8월 실적	· 만경강교 및 화천대교 정밀안전진단 심의	-
	· 공주~서천간 고속도로(청남~홍산간) 실시설계 제1~4공구	-
9, 10월 계획	· 금호대교 및 당재육교 정밀안전진단 심의	-
	· 안성~음성간 고속도로 제 6, 7공구 대형공사 입찰방법 재심의	-

설계자문

월 별	건 명	자 문 분야
9, 10월 계획	· 양평~가남간 고속도로 실시설계 제2, 3공구	터널광문형식
	· 양평~가남간 고속도로 실시설계 제1공구	교량형식
	· 건축기계설비 설계기준	설계기준

위원동행

●최종관 위원(도로)

범천엔지니어링 상무-쌍용엔지니어링 전무 T.031-750-6407

●박종인 위원(구조)

쌍용건설 이사-국민CI T.02-910-4652

※ 근무처 또는 연락처가 변경된 고속도로 기술 및 설계자문위원회에서는 기술심사실로 연락 주시기 바랍니다.
 Tel : 02-2230-4192~5, Fax : 02-2230-4199,
 E-mail : simsanews@freeway.co.kr

설계심사

월 별	건 명	심사분야
7, 8월 실적	· 호남고속도로 광주시우회도로 실시설계 제1공구	성과품
	· 양평~가남간 고속도로 실시설계 1~5공구	종평면계획
	· 공주~서천간 고속도로(청남~홍산간) 실시설계 제2, 3공구	성과품
	· 대전~통영간 고속도로(진주~통영간) 제24공구	성과품
9, 10월 계획	· 부산~울산간 고속도로 실시설계 제9공구	성과품
	· 대구~부산간 고속도로 제1공구 변경설계	종평면
	· 대구~부산간 고속도로 제1~10공구 변경설계	성과품
	· 고창~장성간 고속도로 실시설계 제1~5공구	종평면 및 출입시설