

## 캄보디아 시엠립 우회도로건설 사업 소개

### Introduction on the by-pass road construction for Siem Reap, Cambodia

노한성<sup>1)</sup>, Han-Sung Roh, 김효배<sup>2)</sup>, Hyo-Bae Kim

<sup>1)</sup> 한국도로공사 당진지사 팀장, Deputy Director, Dang-Jin Maintenance Office, Korea Expressway Corporation.

<sup>2)</sup> 평화엔지니어링 해외사업부 이사, Director, International Business Division, Pyunghwa Engineering Consultants LTD.

**개요(SYNOPSIS) :** The project of Construction of Siem Reap bypass road in Cambodia consists of alignment improvement of existing route, extension of width of road and laterite paving. This project is carried out by fast-track method on the design and construction for bypass road of 15.2 km length and 8m width for five months. Though some difficulties for the construction works such as the location of borrow pit and rock source, rainy seasons etc, the construction could be completed successfully owing to the cooperation of related authorities, company and residents. This 2 way Angkor detouring road will function as industrial roads in Siemreap region. These new two roads will not only bring better logistics requirements and safety, but also impact to poverty alleviation and preservation the beauty of the ecological environment of Angkor region. The basic information related to geotechnical engineering of this project is introduced.

**Key words :** Siem Reap bypass road, laterite, fast-track method, poverty alleviation, Angkor region.

## 1. 서 론

한국도로공사에서는 도로를 중심으로 한 국내 건설시장 침체예상, 건설시장 개방, 고속도로 건설에 연기금투입 등 급변하고 있는 경영환경변화에 대한 적극적 대응 및 우리공사 비전인 으뜸 국민기업을 구현하기 위해서 2003년부터 해외사업 진출전략 수립 및 추진하여 왔으며, 2008년 현재 해외진출을 위한 국내외기관(베트남, 캄보디아, 라오스, 탄자니아 등)과의 업무제휴 체결, 해외 건설관리용역 진출 및 BOT 사업 참여검토 등을 추진하고 있다.

본고에서는 해외사업 추진의 성과로 우리공사가 해외사업 건설관리(CM : Construction Management)를 수행하고 국내 설계업체인 평화엔지니어링에서 설계한 캄보디아 시엠립 우회도로 건설 공사를 예로하여 캄보디아의 특징과 지반공학적 기본 물성 분석을 중심으로 소개하고자 한다.

## 2. 캄보디아 현지여건

### 2.1 개황

캄보디아는 정식명칭이 캄보디아 왕국(입헌군주제)으로 서측으로는 태국, 북측은 라오스, 동측은 베트남과 인접한 동남아시아국가이다. 남쪽은 해안가로 면적 181,035km<sup>2</sup> (남한의 약 1.8배)이고 평지가 국토의 75%나 되는 얇은 대접모양의 지형을 이루고 있으며, 약 61%가 삼림지역이고 20%정도가 경작지이다. 과거 번영했던 앙코르 제국과 오욕의 전대미문의 킬링필드 역사를 함께 가지고 있는 캄보디아는 온순하고 보수적인 크메르족이 주류를 형성하고 있으며, 국민의 95%이상이 불교를 믿는 전형적인 소승 불교의 나라이다. '02년 현재 총인구는 1,300만명이고, 인구 성장률은 2.4%, 평균 수명은 54세, 문맹률은 33%이다. 수도인 프놈펜에는 약 100만명, 시엠립지역은 약 20만명이 거주하고 있으며, 1인당 국민소득은 \$295이다. 공용어는 크메르어를 사용하며, 기후는 건기(11~4월)와 우기(5~10월)로 나뉘며 기온

는 21~42℃로 고온 다습(38~55%)한 환경이다.

## 2.2 역사

고대-앙코르 왕조(~1863)에는 1-6세기경까지 메콩 델타유역을 중심으로 인도문화의 영향을 받은 후 난왕조와 쉐라 왕조가 있었다. 802년 자야바르만 2세가 앙코르 왕조를 열어 1431년 샴의침략으로 쇠퇴할 때까지 고대 크메르왕국 시의 전성기로, 세계 7대 불가사의인 앙코르 유적은 이 시대에 지어진 것이다. 이후 프랑스 통치시대(1864~1940), 시하누크 왕정시대(1941~1970), 크메르공화국시대(1970~1975), 민주캄푸치아시대(1975~1978), 캄푸치아 인민공화국시대(1979~1989), 캄보디아국시대(1989.4~현재)로 이어지고 있다. 주요 정부 정책으로는 2006년 현재 부패퇴치 및 개혁을 통한 경제성장 및 빈곤감축에 초점을 맞춘 소위 "사각전략(Rectangular Strategy)"과 전략적 국가개발계획(NSDP 2006-2010)의 이행을 추진 중에 있다.

## 2.3 도로현황

캄보디아의 도로상황은 2003년 현재 표 1과 같으며, 포장은 약식 아스팔트 포장인 DBST(Double Bituminous Surface Treatment)와 SBST가 주종이고 현재 주도로에는 아스팔트 콘크리트 포장을 시행 중에 있다. 도로상태는 기존 도로중 40% 정도가 양호하며, 52%는 불량하고 8%는 나쁜 상태로 도로 여건이 매우 열악하다. 캄보디아의 도로밀도는 0.223(223km /1000km<sup>2</sup>)로 세계 최하위권 수준(한국 : 0.92)이다.

표 1. 캄보디아의 도로 현황

단위:km

구분	주간선도로	간선도로	지방도	3급도로	계
연장	2,052.14	2,752.44	7,559.183	28,000	40,363.763

## 2.4 현지 국가의 SOC 투자계획

캄보디아에는 '03년 현재 447,000대의 차량이 등록되어 있으며, 구성은 73%가 오토바이, 23%가 승용차, 4%가 트럭, 버스 및 중차량으로 되어 있다. 차량 등록대수는 적으나 급격한 증가율을 보이고 있으며, 본 사업이 시행되는 시엠틸 지역의 경우 연간 차량별 증가율은 각각 16%, 40% 및 195%이다. 캄보디아 정부의 '01-'03 3개년간 운송분야 투자소요액은 표 2와 같다. 캄보디아 정부는 운송분야의 부족 재원확보를 위해 유료도로를 추진하고 있으나, 저교통량으로 인해 현재는 캄보디아내 단지 3개의 유료도로만이 있는 실정이다. 이중 2군데는 프놈펜 근교의 짧은 구간 (6.5 km)으로 운영자는 말레이시아와 현지 합자회사인 Meng Steang이 운영하고 있으며, 초기 투자액은 각각 2백만 및 5백만불이며, 운영기간은 20년, 40년이다. 3번째는 국도 4호선으로 운영기간이 35 년으로 알려져 있다. 따라서 대부분의 도로건설재원은 외국의 원조에 의존하고 있으며, 도로건설 계획을 원조 수혜계획을 바탕으로 작성하고 있다. 참고로 우리나라 무상원조의 규모는 연간 70만불, 일본은 1억 4천만불, 중국은 우리나라의 10배 규모로 알려져 있다.

표 2. '01-'03 3개년간 운송분야 투자소요 (백만불)

구분	3개년 계	정부예산	원조, 민간	추가소요액
도로 및 교량	527.5	45.9	168.3	313.3
철도	108.4	0	0	108.4
항만	75.7	0	40.8	34.9
공항	27.1	2.6	7.8	16.7
계	738.7	48.5	216.9	473.3



한 뛰어난 기술과 독창성이 되었다. 천년넘게 유지되는 우리의 사업지역인 Angkor Wat의 외벽과 내실구조물부분은 대부분은 laterite를 sandstone block이다. 또한 단단한 laterite는 단순한 비포장 도로건설에 적용되기도 하며 본 사업에 우선 개통의 목적으로 사용되었다. Laterite는 포장재로 사용하는 경우 아래의 실내시험 결과 표에서 보는 바와 같이 표층안정처리제를 사용한 것과 같이 다짐에 의한 강도가 크게 나타나는 특성이 있어 캄보디아 지역에서는 보조기층재로 비포장도로에 적극적으로 적용하고 있다. 다만, 본 사업에서는 운반거리가 40km이상이 되어 운반비가 고가로 경제적인 적용이 불가능한 상태이다.

표 3. 라테라이트 물성

Type	location of Material	Atterberg Limits (%)		AASHTO Distribution	Optimum Moisture Content (%)	Max. Dry Density (g/cm <sup>3</sup> )	CBR (%)	
		LL	PI				Immediate	After Soaking
Laterite	Fr60m Phnom Dey (NR.67 offset 4km, BP-4)	22	8	A-2-4	8.5	2.185	45	35

## 4.2 과업 접근 방법

### 4.2.1 설계 접근 방법

본 과업은 다음의 4단계 과정으로 수행하였다.

- 1 단계 : 사전타당성조사 결과보고서 분석
- 2 단계 : 자료수집 및 현장 조사
- 3 단계 : 세부 실시설계
- 4 단계 : 설계 보고서 및 설계 도면 작성

### 4.2.2 설계시공 Fast Track 방식

본 사업은 설계 및 시공이 동시에 이루어지는 Fast Track방식으로서 시공 중 설계변경 요인이 상시 내재되어 있으며, 추후 시행 가능한 2단계공사(포장공)의 설계가 포함된 과업이므로, 기초 자료로부터 실시설계 성과품까지 전 과정을 전산 처리하여 자료의 보관 및 장래 필요 시 설계의 변경이 용이하도록 하였다.

### 4.2.3 사전 타당성조사 분석 및 설계 적용

본 실시설계에서는 과업노선에 대한 기술적, 경제적 검토분석이, 사업의 특성 및 과업기간 등 제반 여건에 의하여 현실적으로 불가능하므로, 사전 타당성조사 결과보고서에서 제시한 노선 및 설계기준에 준하여 실시설계를 수행하였으며, 타당성조사시 제시된 과업노선에 대하여, 관련기관과의 현장합동 조사를 실시하여 설계방침을 협의하였다.

### 4.2.4 성과품 작성 관련자료

기술 일반 시방서는 캄보디아에서 ADB, World Bank 및 기타 도로 사업에 사용하고 있는 “General Specifications, Ministry of Public Works & Transport”을 적용하였으며, 포장 설계법은 AASHTO “Guide for Design of Pavement Structures, Edition 1993”, 및 “A Guide to the Structural Design of Bitumen-surfaced Road in Tropical and Sub-tropical Countries, Overseas Road Note 31” 등과 Cambodian Standard “Pavement Design Standard(CAM PW.03.102.99)”을 참조하여 본 사업의 특성에 적합하도록 적용하였다. 또한 교량 등 도로 구조물 설계는 AASHTO “Standard Specifications for Highway Bridges, with HS 20-44 Standard Loading”, 캄보디아의 “Bridge Design Standard(CAM PW.04.103.99)” 및 Korean Standard 를 참조하여 설계에 적용하였다.

### 4.3 지반 조사

본 조사는 현지여건 및 제반사항을 고려하여 “사전 타당성조사”시 결정된 기존도로 노선을 따라 실시하였으며, 조사 후 선형변경 등이 필요한 구간 등은 추가로 조사하여 보완하는 방식으로 진행하였다.본 설계를 위한 계획 및 현장조사는, 효율적인 조사를 위하여 다음과 같은 항목을 서측 및 동측으로 2개의 사업구간으로 나누어 실시하였다.

- 도로현황조사
- 배수구조물 현황조사
- 기존 구조물조사
- 포장 상태조사
- 지형측량을 비롯한 노선측량
- 지질 및 토질조사
- 재료원 조사

#### 4.3.1 지반조사 개요

사전 타당성 조사보고서의 계획노선을 기본으로 현장 답사를 실시하였으며, 본 노선의 지반상태나 지반 특성을 파악하고 구조물기초의 형식 및 사면의 안정성 검토를 위하여 아래와 같이 4개 분야로 구분하여 지반조사를 실시하였고, 각 분야별로 현장조사 및 실내시험을 구분하여 필요한 조사를 실시하였다. 각 분야별 현장조사 및 실내시험은 한국기술자가 위치를 확정하고, 캄보디아의 Building and Public Works Laboratory, Ministry of Public Works and Transport 의 현지기술자가 현장 및 시험실에서 조사 및 시험을 실시하였다. 단, 캄보디아의 현지여건으로 인하여 Topographical Survey가 지연되어 지반조사 역시 다소 지연되어 시행되었다.

표 4. 조사 지역

우회도로	시 점 명	종 점 명	연 장 (km)
서 측	Phum Kruos	Sala Khum Nokor Thom	4.870
동 측	Phum Ampil	Phum Pradak	10.257

#### 1) 조사 항목

- 노선 지질조사 (그림 지질도)
- 도로 토질조사
- 구조물 토질조사
- 재료원 조사

#### 2) 실내 시험

- 체분석 [ASTM D422-63(1998), AASHTO T 88]
- 액성한계시험 [ASTM D4318-00(2002)]
- 소성한계시험 [ASTM D4318-00(2002)]
- 비중시험 [ASTM D854-00]
- 함수비 시험 [ASTM D2216-98]
- 다짐시험 [ASTM D 698-00a, AASHTO T79-90]
- C.B.R. (수정) [ASTM D1883-99, AASHTO 1980-86b]
- 직접전단시험 [ASTM D 3080-98, AASHTO T 236-90]

#### 3) INVESTIGATION EQUIPMENTS

- Auger 장비: APAFOR 220 (1995, Italy)
- 지하수위 측정 장비

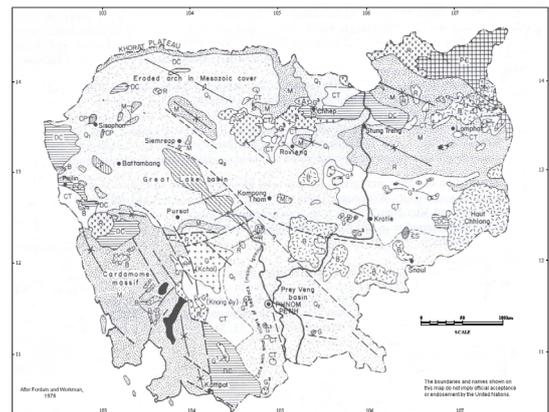


그림 2 지 질 도

### 4.3.2 시험 결과 분석

[ 서측 우회도로 ]

#### 1) 현장 조사

표 5. 시험굴 조사 결과(서측 우회도로)

Test No.	Location	Direction	Depth (m)	Layer Components	
				Description	AASHTO Soil Classification
TW-1	0+500	Right	0.40	Silty Sand	A-2-4
TW-2	1+700	Left	0.40	Sandy Silt	A-4
TW-3	2+500	Left	0.50	Sandy Silt	A-4
TW-4	3+400	Right	0.40	Sandy Clay	A-6
TW-5	4+300	Right	0.50	Sandy Silt	A-4

#### 2) 실내시험

##### ○ 물리시험

표 6. 시험굴조사 실내시험 결과(서측 우회도로)

번호	심도 (GL.-m)	함수비	비중	액성한계	소성지수	No. 200 통과율	AASHTO 분류
TW - 1	0+500	8.7	2.70	22	9	30.86	A-2-4
TW - 2	1+700	8.7	2.694	19	8	36.91	A-4
TW - 3	2+500	9.3	2.696	20	9	36.85	A-4
TW - 4	3+400	6.9	2.689	32	17	56.96	A-6
TW - 5	4+300	16.7	2.692	17	5	69.49	A-4

##### ○ 강도시험

표 7. 직접전단시험 결과(서측 우회도로)

번호	심도 (GL.-m)	$\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	C(t/m <sup>2</sup> )	$\Phi$ (°)	비고
UW - 1	0.4	1.873	1.102	33.63	
UW - 2	0.4	1.767	1.768	31.31	

##### ○ CBR 시험

표 8. 실내 CBR 시험 결과(서측 우회도로)

번호	위치	심도 (GL.-m)	토질분류	CBR (%)	비고
TW - 1	0+500	0.40	A-2-4	33	
TW - 2	1+700	0.40	A-4	19	
TW - 3	2+500	0.50	A-4	24	
TW - 4	3+400	0.40	A-6	3	
TW - 5	4+300	0.50	A-4	13	

##### ○ 다짐시험

표 9. 다짐시험 결과(서측 우회도로)

번호	위치	심도 (GL.-m)	W <sub>opt</sub>	$\gamma_{d(max)}$	비고
TW - 1	0+500	0.40	9.4	2.16	
TW - 2	1+700	0.40	6.4	2.098	
TW - 3	2+500	0.50	6.2	2.107	
TW - 4	3+400	0.40	9.2	1.952	
TW - 5	4+300	0.50	8.8	2.022	

[ 동측 우회도로 ]

1) 현장 조사

○ Auger Boring 시험

총 11개소에 대하여 Auger Boring 시험을 실시하였고, 그 중 4공 (HE-5,6과 HE-8,9)은 Box Culvert 위치에 조사된 것이다.

표 10. Box Culvert 1 지반상태(동측 우회도로)

Hole No.	Location	Type of Soil & Relative Density					
		0~1.0	1.0~2.0	2.0~3.0	3.0~4.0	4.0~5.0	5.0~6.0
HE - 5	4+ 727	- Filling Soil - Silty Sand - Low Plasticity		- Silty Clay/Silty Sand Mixtures - Medium Plasticity			
HE - 6	4+ 733	- Filling Soil - Silty Sand - Low Plasticity		- Silty Clay/Silty Sand Mixtures - Medium Plasticity			

표 11. Box Culvert 2 지반상태(동측 우회도로)

Hole No.	Location	Type of Soil & Relative Density				
		0~1.0	1.0~2.0	2.0~3.0	3.0~4.0	4.0~4.5
HE - 8	9+ 840	- Silty Sand - Low Plasticity		- Silty Clay/Silty Sand Mixtures - Medium Plasticity		
HE - 9	9+ 870	- Silty Sand - Low Plasticity		- Silty Clay/Silty Sand Mixtures - Medium Plasticity		

○ 시험굴 조사

표 12. 시험굴 조사에 따른 지반상태(동측 우회도로)

Hole No.	Location	Direction	Depth (m)	Layer components	
				Description	AASHTO Soil Classification
TP-3	3+ 400	Left	0.40	Sandy Silt	A-4
TP-4	5+ 300	Right	0.50	Silty Sand	A-2-6
TP-5	7+ 200	Left	0.50	Sandy Silt	A-4
TP-6	8+ 300	Right	0.40	Sandy Silt	A-4

○ Auger Boring 시험

표 13. Auger Boring 시험 결과(동측 우회도로)

Hole No.	Location	Direction	Layer		
			Depth(m)	Description	Relative Density
HE-1	4+ 135	Right	0.0~0.5 0.5~3.0	Silty Sand Silty Clay/Silty Sand Mixtures	Low Plasticity Medium Plasticity
HE-2	4+ 155	Right	0.0~0.5 0.5~3.0	Silty Sand Silty Clay/Silty Sand Mixtures	Low Plasticity Medium Plasticity
HE-3	4+ 700	Left	0.0~0.6 0.6~1.5 1.5~3.0	Organic Silt Silty Sand Silty Clay/Silty Sand Mixtures	Low Plasticity Medium Plasticity
HE-4	4+ 700	Right	0.0~1.4 1.4~3.0	Silty Sand Silty Clay/Silty Sand Mixtures	Low Plasticity Medium Plasticity
HE-7	4+ 750	Left	0.0~0.6 0.6~3.0	Silty Sand Silty Clay/Silty Sand Mixtures	Low Plasticity Medium Plasticity
HE-10	9+ 920	Left	0.0~0.8 0.8~3.0	Silty Sand Silty Clay/Silty Sand Mixtures	Low Plasticity Medium Plasticity
HE-11	9+ 970	Left	0.0~0.5 0.5~3.0	Silty Sand Silty Clay/Silty Sand Mixtures	Low Plasticity Medium Plasticity

2) 실내 시험

○ 물리시험

표 14. Auger Boring 실내시험 결과 (동측 우회도로 : Box Culvert Site)

HAB No.	Depth (GL.-m)	Water Content (%)	Atterberg Limits			Sieve Passing (%)			Soil Classification
			LL	PL	PI	0.075mm	0.425mm	2.000mm	
HE - 5	0.0~1.5	11.1	20	11	9	27.35	81.68	99.78	A-2-4
	1.5~4.5	14.3	25	11	14	42.29	84.16	100.00	A-6
	4.5~6.0	15.4	26	12	14	33.10	80.48	99.44	A-2-6
HE - 6	0.8~2.0	13.9	25	12	13	40.40	82.12	99.87	A-6
	2.0~4.5	15.8	27	12	15	40.55	82.14	99.74	A-6
HE - 8	1.3~3.0	13.6	22	11	11	42.21	82.20	99.52	A-6
	3.0~4.5	15.7	26	12	14	45.02	84.20	98.81	A-6
HE - 9	0.5~2.0	15.8	22	11	11	40.38	85.04	99.89	A-6
	2.0~4.5	16.5	26	12	14	39.35	85.31	99.76	A-6

표 15. 시험굴조사에 따른 실내시험 결과(동측 우회도로)

TP No.	Depth (GL.-m)	Water Content (%)	Specific Gravity	Atterberg Limits		Passing No. 200	AASHTO Soil Classification
				LL	PI		
TE - 3	0.4	9.2	2.696	15	9	30.86	A-4
TE - 4	0.5	6.2	2.698	25	8	36.91	A-2-6
TE - 5	0.5	7.7	2.694	20	9	36.85	A-4
TE - 6	0.4	8.7	2.695	21	5	69.49	A-4

표 16. 침수지역에 대한 실내시험 결과(동측 우회도로)

HAB No.	Depth (GL.-m)	Water Content (%)	Atterberg Limits			Sieve Passing (%)			Soil Classification
			LL	PL	PI	0.075mm	0.425mm	2.000mm	
HE-1	0.5~3.0	16.0	26	12	14	55.33	89.91	99.91	A-6
HE-2	0.5~3.0	15.8	27	13	14	44.57	85.73	99.19	A-6
HE-3	1.5~3.0	15.0	25	12	13	37.56	82.14	100.00	A-6
HE-4	1.4~3.0	15.0	23	11	12	39.64	84.74	99.89	A-6
HE-7	0.6~3.0	15.2	22	11	11	37.48	82.83	99.89	A-6
HE-10	0.8~3.0	15.4	19	10	9	36.03	81.41	99.96	A-4
HE-11	0.5~3.0	14.9	25	11	14	39.15	83.18	99.56	A-6

○ 강도시험 결과

표 17. 직접전단시험 결과(동측 우회도로)

No.	Depth (GL.-m)	$\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	C(t/m <sup>2</sup> )	$\Phi$ (°)	Remarks
UE - 1	0.5	1.738	4.875	22.38	
UE - 2	0.5	1.762	3.190	23.91	
UE - 4	0.5	1.767	2.339	30.77	

○ CBR 시험

표 18. 시험굴시험에 따른 실내 CBR 시험 결과(동측 우회도로)

Boring No.	Location	Depth (m)	Soil Classification	CBR	Remarks
TE - 3	3+ 400	0.4	A-4	21	
TE - 4	5+ 300	0.5	A-2-6	12	
TE - 5	7+ 200	0.5	A-4	15	
TE - 6	8+ 300	0.4	A-4	19	

○ 다짐 시험

표 19. 시험굴 시험에 따른 다짐시험 결과(동측 우회도로)

TP No.	Location	Depth	W <sub>opt</sub>	γ <sub>d(max)</sub>	Remarks
TE - 3	3+ 400	0.4	6.7	2.082	
TE - 4	5+ 300	0.5	6.5	2.080	
TE - 5	7+ 200	0.5	6.8	2.090	
TE - 6	8+ 300	0.4	7.2	2.032	

3) 지하수위 측정

구조물 위치에 조사된 4개 공에 대하여, 24시간이 지난 후에 지하수위를 측정하였으며, 측정결과는 다음과 같다.

표 20. Box Culvert 지하수위 측정(동측 우회도로)

Culvert No.	Location	Auger Boring No.	Level of ground water (GL, -m)		Remarks
			Strike Depth	Water Level Depth (Date 28-02-06)	
1	4+ 727	HE-5	2.0~2.5	1.40~1.45	
	4+ 733	HE-6	1.0~1.5	0.60~0.65	
2	9+ 840	HE-8	1.0~1.5	0.20~0.25	
	9+ 870	HE-9	1.5~2.0	0.30~0.35	

이상의 재료원에 대하여 토취장과 라터라이트는 시험굴조사를 실시하여 아래와 같은 토성을 얻었다.

표 21. 재료원에 대한 실내시험 결과

Type	Location of Material	Specific Gravity ( t/m <sup>3</sup> )	Atterberg Limits(%)		AASHTO Distribution	Optimum Moisture Content (%)	Max. Dry Density (g/cm <sup>3</sup> )	CBR ( % )	
			LL	PI				Immediate	After Soaking
Borrow Pit	East Bypass, PK4+ 100R, 400m from C/L (BP-1)	2.689	19	8	A-4	2.123	6.5	28	19
	Bantey Srey District (BP-2)	2.697	24	9	A-4	2.058	9.1	51	5
	Wat Chay Dey (BP-3)	2.700	11	NP	A-2-4	2.121	7.1	37	16
Laterite	From Phnom Dey (NR.67 offset 4km, BP-4)		22	8	A-2-4	8.5	2.185	45	35

### 4.3.3 성토구간의 사면안정

1) 적용 사면경사

표 22. 성토사면 경사

성토고	적용 경사	
	주변지역	사업구간
0 ~ 6m	1 : 2.0~2.5	1 : 2.0
Over 6 m	1 : 2.5	-

2) 성토 대표단면의 선정

표 23. 성토 대표단면 선정

우회도로	위 치 (Station)	성토고 (m)	비 고
서 측	2+ 120	2.15	
	4+ 200	2.26	
동 측	7+ 760	1.70	
	9+ 840	3.05	

3) 사면해석을 위한 강도정수의 산정

표 24. 사면경사에 적용하는 강도정수

구 분	단위중량 (tf/m <sup>3</sup> )	점착력 (tf/m <sup>2</sup> )	내부마찰각 (°)	비 고	
성토재	1.9	1.5	25	Silty Sand	
서 측	2+ 120	1.873	1.102	33.63	Sandy Silt
	4+ 200	1.767	1.768	31.31	Sandy Silt
동 측	7+ 760	1.756	3.468	25.69	Sandy Silt
	9+ 840	1.756	3.468	25.69	Sandy Silt
교통		1.3 tf/m <sup>2</sup>			

[ 서측 성토단면 ]

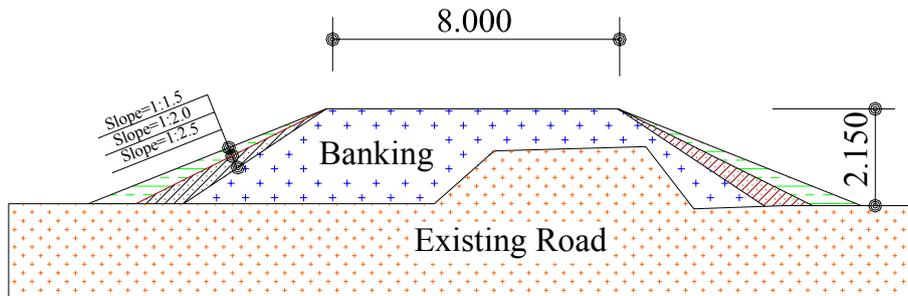


그림 3. 성토단면 (서측 우회도로 : Sta. 2+ 120)

표 25. 사면 해석결과(서측우회도로 : Sta. 2+ 120)

단면 (Station)	사면경사	한계평형해석(안전율)			비 고
		Bisop	Janbu	Morgenstern & Price	
2+ 120	1 : 1.5	FS = 2.680	FS = 2.373	FS = 2.678	안정
	1 : 2.0	FS = 2.929	FS = 2.567	FS = 2.928	안정
	1 : 2.5	FS = 3.175	FS = 2.770	FS = 3.177	안정

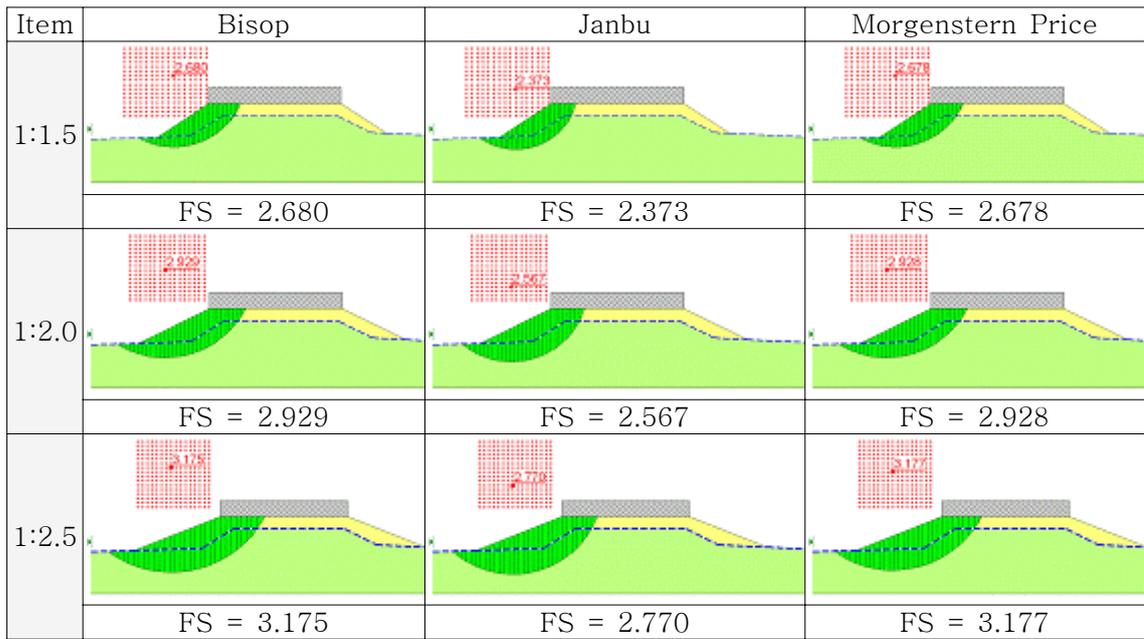


그림 4 : 사면해석결과 모식도(서측우회도로 : Sta. 2+ 120)

[ 동측 성토단면 ]

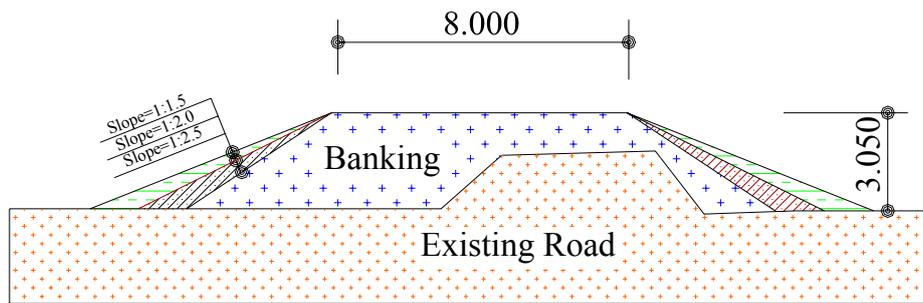
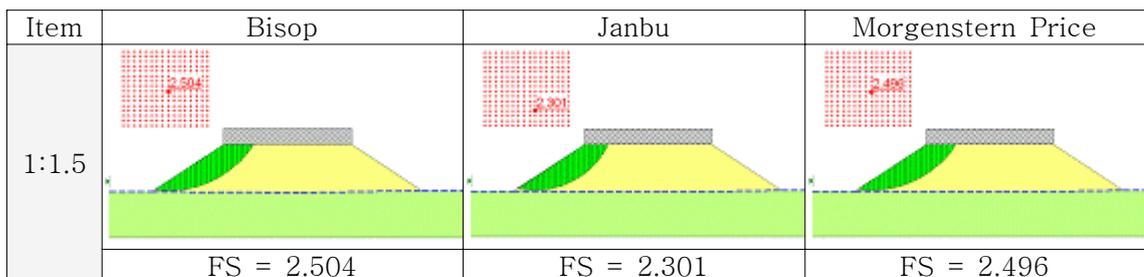


그림 5. 성토단면(동측우회도로 : Sta. 9+ 840)

표 26. 사면 해석 결과(동측우회도로 : Sta. 9+ 840)

단면 (Station)	사면경사	한계평형해석(안전율)			비 고
		Bisop	Janbu	Morgenstern & Price	
9 + 840	1 : 1.5	FS = 2.504	FS = 2.301	FS = 2.496	Safe
	1 : 2.0	FS = 2.940	FS = 2.658	FS = 2.953	Safe
	1 : 2.5	FS = 3.404	FS = 3.111	FS = 3.399	Safe



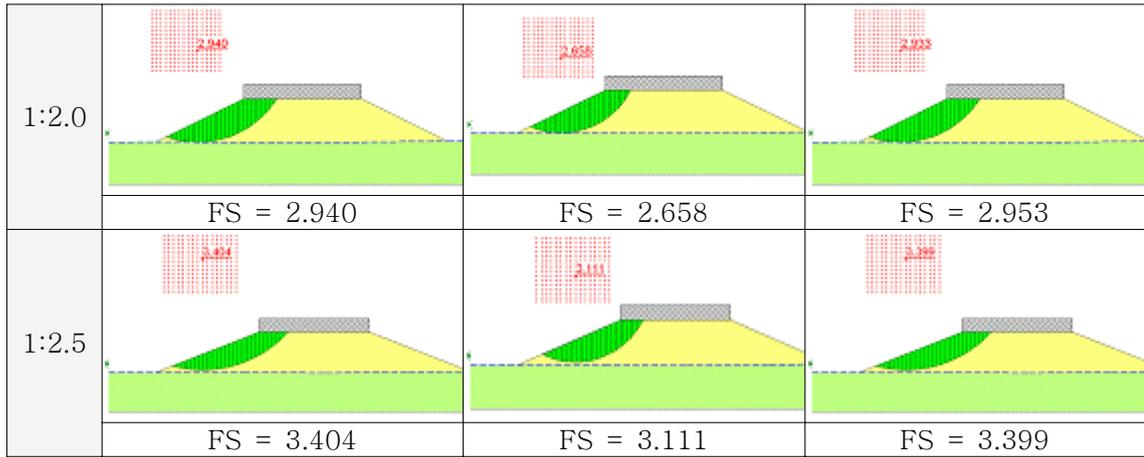


그림 6. 사면해석결과 모식도(동측우회도로: Sta. 9+840)

## 5. 결 언

본 사업은 기존 1~2m 폭의 불량한 노선을 선형개량, 확폭 및 홍토 처리하는 사업을 1단계로, 2008년 현재 아스팔트 포장을 진행하고 있고 국내사업과 비교하면 사업 규모는 작다할 수 있으나, 시엠립 지역은 우리나라 관광객이 연간 20만명 이상('06년 30만명 추산)으로 시엠립 지역에서 수행하는 최초의 우리나라 원조 도로건설사업으로 국위를 선양하는 의미를 가지고 있다. 본고에서는 우리나라와 다른 여건에서의 도로건설사업을 추진하는데 있어 기본적인 조사의 접근, 적용 설계법, 지반물성에 대한 기초 자료를 중심으로 소개하였다.

한편, 우리 건설사가 해외사업에 참여하는 방법에는 원조사업(무상원조 KOICA, 유상원조 EDCF), 투자사업(PPI, BOT 형식 등) 및 국제입찰에 의한 국제차관사업에의 참여가 있으며, 각 사업참여 방식에 따른 참여사의 수익성과 공익성 및 요구역량 수준이 다르다. 우리공사의 전략적 목표인 글로벌 기업으로서의 위상 달성을 위해서는 이들 각 사업들에 대한 적극적 추진에 의한 해외사업의 정착단계와 활성화 단계로 발전하는 것이 필요하며, 이를 위해 유관 정부기관과 국내 건설사 및 설계사와의 유기적인 협조 체제 구축이 중요한 것으로 사료된다.