
택지개발지구내 절개사면의 경사기준 실태와 특성분석

Analysis on the Formation of Slope Criteria and the Characteristics on Cut Slopes in Site Development Area

정철호, 최병철, 김효진, 오박용부
대한주택공사

〈요지〉

국내외 여러 기관의 절토사면 표준경사 및 소단 설치기준을 조사하고, 14개 주요도시 24개 택지개발지구의 토질주상도를 수집하고, 대표적인 단면을 선정하여 실측에 의해 소단사이의 사면높이별 경사도와 소단폭의 범위를 규명하였다.

〈Abstract〉

We studied on the standard of cut slope and criteria of berm installation established by several institutions in and out the country, collected soil exploration papers of 24 site development area in 14 important cities. As result of the actual survey in selected typical section, we analyzed slope criteria applied each slope and range of berm widths

1. 서론

1980년 이후 가용택지의 고갈로 인해 토지 이용효율을 증대시키기 위해 자연사면을 절취하거나 원지반을 매립하여 인공사면을 조성하게 됨에 따라 사면안정해석 이론이 충분히 보완되지 못하여 시공중 또는 준공후 외적 및 내적요인에 의해 사면붕괴가 많이 발생하고 있다. 사면의 안전성여부는 공사비와 공사기한에는 물론 시설물이나 인명의 안전에도 중대한 영향을 끼치게 되므로 사면안정성을 사전에 검토하여 공사비를 절감하고 또한 시설물의 안전을 유지하기 위해 합리적인 사면경사기준의 설정이 절실히 요구되고 있다.

본 논문에서는 절토사면붕괴의 증가에 합리적으로 대처하기위해 문헌으로부터 국내외의 여러 전문기관에서 제정, 발표한 절토사면의 표준경사 및 소단설치에 대한 적용기준을 체계적으로 조사하고, 토질조건과 사면높이에 따른 경사 및 소단 설치기준을 비교하여 국내 설치기준과의 차이점을 검토하였다. 이를 근거로 택지개발지구내 절토사면의 경사 및 소단 설치기준에 대한 시공 실태와 그 특성을 조사하고자 우리나라를 영남권, 호남권, 중부권, 강원권으로 분할하여 14개 주요도시의 24개 주택단지의 토질주상도를 수집하고, 대표적인 단면을 선정하여 실측에 의해 소단사이의 사면높이별 경사도와 소단폭의 범위를 규명하였다.

2 국내외 절토사면경사 및 소단 설치기준

2.1 국내의 절토사면 경사기준

사면이 암석으로된 경우에는 풍화의 정도, 층리, 절리, 편리등 균열의 정도 및 방향과의 연관성등을 고려하여 사면의 경사를 결정해야 한다. 과거에는 경험적으로 암의 종류에 따라 경암에서는 1:0.5, 연암에서는 1:0.8의 표준경사를 일률적으로 적용하였다. 그러나 절토 원지반상의 경사도를 결정하는데 필요한 제반요소를 충분히 파악할 수 없으므로 사면경사의 확신이 없을 경우에는 국부적으로 굴착에 의해서 암질, 토질, 용수의 유무를 확인하고 경사기준을 결정하거나 변경해 나가는 것이 좋다. 특히, 절토사면의 안정계산은 성토의 경우와 비교해서 계산에 포함되지 않은 요소(토질의 불균질성, 토층구성상태, 지하수의 변동, 용수의 유무, 지형, 기상등)들을 많이 포함하고 있기 때문에 안정해석만으로 경사를 결정한다는 것은 매우 위험하므로 종합적인 판단에 의해 결정해야 한다.

표 2.1 우리나라 여러기관의 절토사면 표준경사

토질조건		사면높이	경사기준			
			건설교통부	도로공사	토개공	주택공사
토사(사질토, 점성토)		5m이상	1:1.5	1:1.5	1:1.5	1:1.5
		0~5m	1:1.2	1:1.2	1:1.2	1:1.2
리핑암(풍화암)		5m이상	1:0.7	1:1.0	1:1.0	1:1.2
		0~5m				1:1.0
발파암	연암	5m이상	1:0.5	1:0.5	1:0.5	1:1.0
		0~5m				1:0.8
	경암	5m이상				1:0.8
		0~5m				1:0.5

표 2.2 절토사면의 표준경사(일본도로공단설계요령)

사면의 토질		절토높이	경사
경암			1:0.3~1:0.8
연암			1:0.5~1:1.2
모래(SP,SW)	조밀하지 않고 입도분포가 나쁜것		1:1.5~
사질토(SM,SC)	조밀한것	5m이하	1:0.8~1:1.0
		5~10m	1:1.0~1:1.2
	조밀하지 않은것	5m이하	1:1.0~1:1.2
		5~10m	1:1.2~1:1.5
자갈 또는 암괴섞인 사질토(GW,GP,GM,GC)	조밀한것 또는 입도분포가 좋은것	10m이하	1:0.8~1:1.0
		10~15m	1:1.0~1:1.2
	조밀하지 않은것 또는 입도분포가 나쁜것	10m이하	1:1.0~1:1.2
		10~15m	1:1.2~1:1.5
점성토(ML,CL,OL,MH,CH,OH)	밀실한것	10m이하	1:0.8~1:1.2
	밀실하지 않은것		
암괴 또는 호박돌이 섞인 점성토		5m이하	1:1.0~1:1.2
		5~10m이하	1:1.2~1:1.5

표 2.1은 우리 공사와 유관기관인 건설교통부, 한국도로공사, 한국토지개발공사에서 설계에 적용하고 있는 경사기준을 나타낸 것이며, 또한 표 2.2는 사면의 토질과 높이에 따른 일본도로공단의 표준경사를 보인 것으로서 일반적으로 절토사면의 높이나 경사가 표 2.1 ~ 표 2.2에 보인 값을 초과할 경우에는 안정계산을 실시하여 안정성여부를 검토해야 한다.

2.2 국내의 소단 설치기준

소단의 주목적은 강우, 용수등에 의한 침투작용을 경감시키고, 사면의 침식을 되도록 적게 하기위해 설치한다. 절토사면에는 원칙적으로 높이 7m마다 소단을 설치하는데 그 폭은 1.5m를 표준으로 한다. 소단에 배수설비를 설치할 경우에는 산측에 5~10%의 횡단경사를 붙인다. 배수설비를 설치할 필요가 없는 경우에는 본측선에 0~5%의 횡단경사를 둔다. 소단에 설치하는 배수설비는 설치방법에 따라 세굴되거나 혹은 배수시설로서의 기능을 다하지 못하므로 충분한 주의를 하여 시공하지 않으면 안된다.

또한 소단의 높이는 반드시 7m에 한정할 필요는 없으며, 5~10m의 범위내에서 절토고에 따라 토층의 경계를 고려하여 설계하면 된다. 이방성 지반인 경우는 용수를 고려해서 보통토사와 암, 투수층과 불투수층등의 경계에 적합하도록 소단을 설치하는 것이 바람직하다.

소단의 폭은 1.5m를 표준으로 하고 있으나 강우등으로 침식되기 쉬운 토질에서는 그 토사가 소단상에 쌓일 염려가 있으므로 그 폭을 현장여건에 따라 2m까지 넓혀도 좋다. 표 2.3 ~ 표 2.4는 우리나라 및 일본 여러기관의 소단 설치기준을 보인 것이다.

표 2.3 우리나라 여러기관의 소단 설치기준

기관명	소단 설치 기준	
	절 토	성 토
건설교통부	토사:5m마다 폭1m 소단 4%횡단경사 리핑암:7.5m마다 소단 발파암:20m마다 폭3m 소단	6m마다 폭1m 소단
한국도로공사	발파암:20m마다 폭3m 소단 기 타:5m마다 폭1m 소단	6m마다 폭1m 소단
한국토지개발공사	5m마다 폭 1~1.5m 필요시 10m마다 폭 1.5m 소단과 배수공	
대한주택공사	5~10m마다 폭 1~1.5m 소단설치하고 5~10% 횡단경사	6m마다 1~2m 소단을 성 토고의 1/2보다 약간 낮은 위치에 설치

표 2.4 일본 여러기관의 소단 설치기준

기 준 명	적용부분	절성토	소단기준의 표준높이
일본도로공단설계요령	도 로	성 토	사면어깨에서 6~10m마다
		절 토	원칙적으로 높이 7m마다
고속자동차국도설계요령	도 로	절 토	높이 7m마다(경암이면 불필요)
일본국철구조물표준시방	철 도	절 토	암석과 접하는 토사경계부, 7m마다

3. 절토사면의 경사기준 실태와 특성

흙의 성질에 따른 기존 절토사면의 경사기준에 대한 시공실태와 그 특성을 조사하기 위해 우리나라 14개 주요 도시에서 건설된 24개 택지개발지구의 절토사면을 중심으로 토질주상도를 수집하고 대표적인 단면을 선정하여 경사도를 측정하였다.

경사도측정은 광파측정기 Geodimeter(거리오차:2mm/1km, 각 오차 1" 미만)를 사용하였으며, 시료채취는 현실적 제약조건때문에 불가피하게 지표면에서 교란시료를 채취하여 실내토질시험을 실시하였다. 여기서, 주택단지 사면의 지표면은 녹화를 위해 양질의 토사를 반입하여 부토처리(t=30cm)를 하기 때문에 세립분을 함유한 모래질토가 대부분이다.

표 3.1에 제시된 전국 24개 택지개발지구의 절토사면은 과거 시공중 또는 준공후 사면붕괴가 발생하여 보완공사를 실시하였거나, 외적 및 내적요인에 의해 활동의 가능성이 예상되는 비탈면으로써 경사기준 분석을 위해 선정되었다.

본문에서는 토질조건과 사면높이에 따른 국내의 절토사면 경사 및 소단 설치기준과 비교하기 위해서 단일 사면을 제외한 부산, 목포, 광주, 고양, 동해지역의 소단이 설치되어 있는 복합 사면을 중심으로 조사하였다.

표 3.1 측정 조사대상 지역의 택지개발지구

권역	지역	택지개발지구
영남	부산	덕천1 및 2, 망미, 중동
	포항	학잠1 및 2, 두호
	대구	월성1 및 2
	구미	황상, 도량
	안동	옥동, 송현
호남	목포	상동, 연산
	광주	두암
중부	공주	옥룡
	고양	능곡
강원	원주	명륜
	춘천	후평, 효자
	동해	천곡
	삼척	원당
	속초	교동

3.1 부산지역

덕천(1)지구 비탈면은 단지경계 부위에 인접하여 사면안정 H형강 억지 말뚝(300×300×10×15mm, 간격 1.5m)과 어스 앵카를 보강하였고, 역T형 옹벽 상부에는 비탈보호공으로 격자블록과 4개의 소단이 설치되어 있다. 사면의 최대 및 최소경사는 각각 1:1.25, 1:1.58로 측정되었으며, 평균경사는 1:1.40이며 소단폭은 사면의 평균 높이 4.7m(범위:3.2~6.1m)마다 1.1~2.2m로 다양하게 시공되어 있다(그림 3.1).

덕천(2)지구의 비탈면은 근린공원 하단에 위치하고 있으며, 역T형 옹벽 상부에는 (1)지구와 같이 격자블록과 7개의 소단이 설치되어 있다. 사면의 최대 및 최소경사는 각각 1:1.40, 1:1.68이고, 평균경사는 1:1.51이며 소단폭은 사면의 평균 높이 5.0m(범위:4.5~5.6m)마다 0.9~1.9m로 다양하게 시공되어 있다(그림 3.2).

3.2 목포지역

연산지구의 비탈면은 격자블록없이 3개의 소단으로 구성된 풍화암 절취사면으로 작업중 일부

가 붕괴되어 단면변경공법을 적용하여 붕괴 요인을 제거하였다. 사면의 최대 및 최소경사는 각각 1:0.85, 1:1.69이고, 평균경사는 1:1.40이며, 소단폭은 사면의 평균 높이 3.8m(범위:3.2~4.3m)마다 0.9~1.1m로 그 차가 0.2m로 다양하게 나타난다(그림 3.3).

3.3 광주지역

두암지구는 단지경계에 인접한 비탈면으로 상단과 하단에 각각 2열의 사면안정 H형강 억지 말뚝(200×200×8×12mm, 간격 1.0m)을 보강하였고, 역T형 옹벽 상부에는 비탈보호공으로 격자블록과 4개의 소단이 설치되어 있다. 사면의 최대 및 최소경사는 각각 1:1.07, 1:1.47로서, 평균경사는 1:1.24로 시공되었다. 소단폭은 사면의 평균 높이 6.3m(범위:4.9~7.1m)마다 0.5~1.2m로 다양하게 시공되어 있다(그림 3.4).

3.4 공주지역

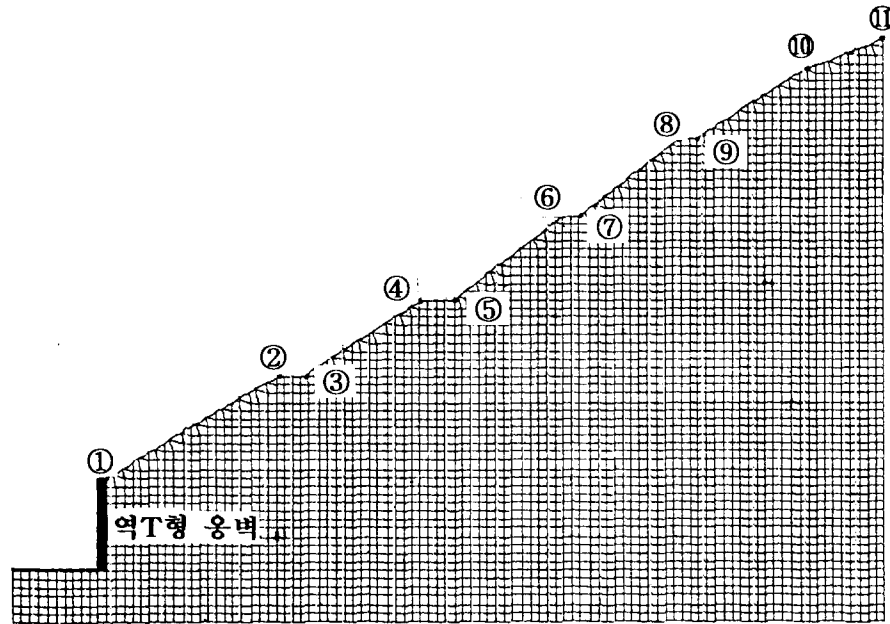
옥룡지구의 비탈면은 잔디와 격자블록으로 보호되어 있고 5개의 소단이 설치되어 있다. 과거 붕괴된 부분은 사면안정 H형강 억지 말뚝(300×300×10×15mm, 간격 1.5m)과 어스앵카로 보강되어 있고 녹생토로 표면처리한 상태이다. 사면의 최대 및 최소경사는 각각 1:0.84, 1:1.41이고, 평균경사는 1:1.19이며, 소단폭은 사면의 평균 높이 5.2m(범위:3.7~6.1m)마다 0.6~2.2m로 다양하게 시공되어 있다(그림 3.5).

3.5 고양지역

능곡지구는 현재 공사중인 비탈면으로서 사면보호공이 설치되어 있지 않고 균열이 여러 곳에서 발견되는 불안정한 상태이다. 사면의 최대 및 최소경사는 각각 1:1.05, 1:1.86이며, 평균경사는 1:1.35이며, 소단폭은 사면의 평균 높이 4.9m(범위:4.3~5.2m)마다 0.3~0.8m로 시공되어 있다(그림 3.6).

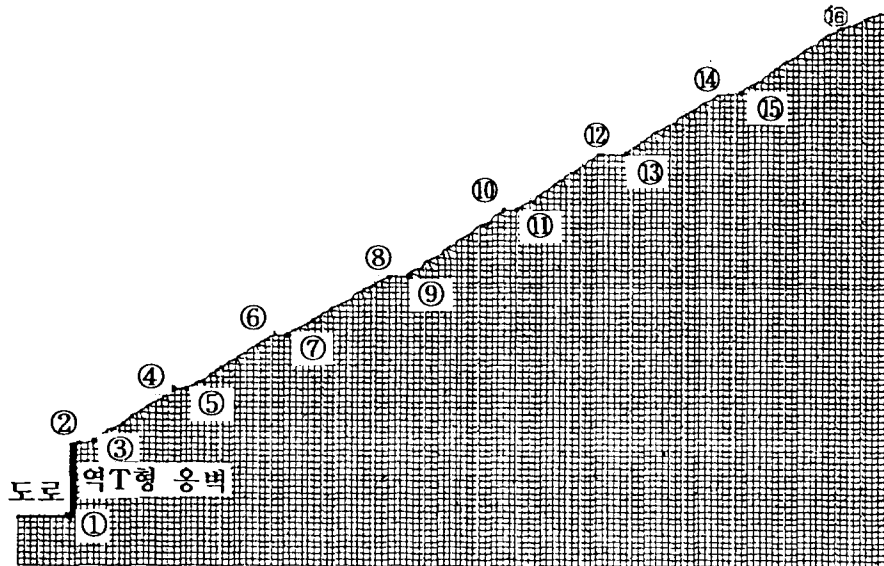
3.6 동해지역

천곡지구의 비탈면은 비교적 규모가 큰 사면으로 역T형 옹벽 상부에는 수목으로 식재되어 있으며, 4개의 소단이 설치되어 있다. 사면의 최대 및 최소경사는 각각 1:1.44, 1:1.75이고, 평균경사는 1:1.64이며, 소단폭은 사면의 평균높이 4.1m(범위3.4~5.9m)마다 0.3~1.2m로 다양하게 시공되어 있다(그림 3.7).



측점	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	계
거리	0.00	9.66	1.23	6.95	2.15	6.40	1.22	5.86	1.15	4.27	1.83	33.14
높이	4.80	6.13	0.02	4.56	0.12	5.09	0.04	4.70	0.05	3.18	0.23	23.66
경사도	-	1:1.58	-	1:1.52	-	1:1.26	-	1:1.25	-	1:1.34	-	1:1.40

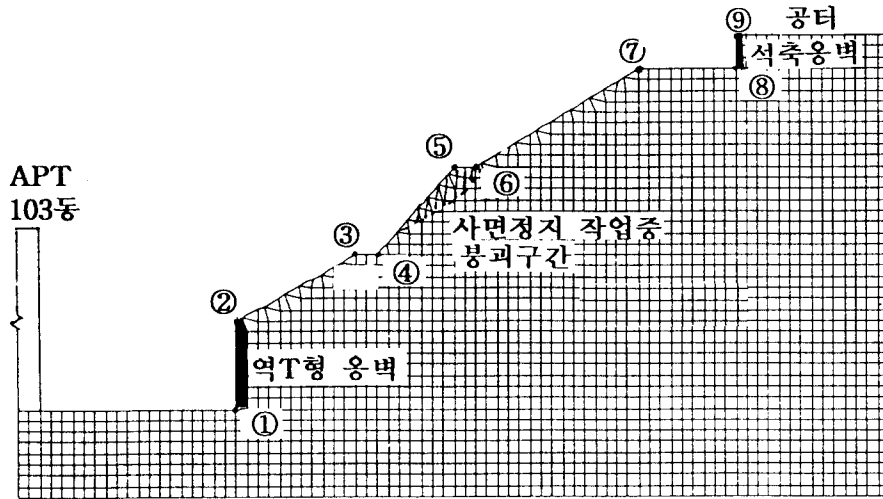
그림3.1 부산 덕천(1)지구 비탈면 단면도



측점	1	2	3	4	5	6	7	8
거리	0.00	1.94	0.92	7.25	1.19	6.98	1.02	8.73
높이	0.00	5.94	0.01	4.78	-0.06	4.61	0.09	5.20
경사도	-	-	-	1:1.52	-	1:1.51	-	1:1.68

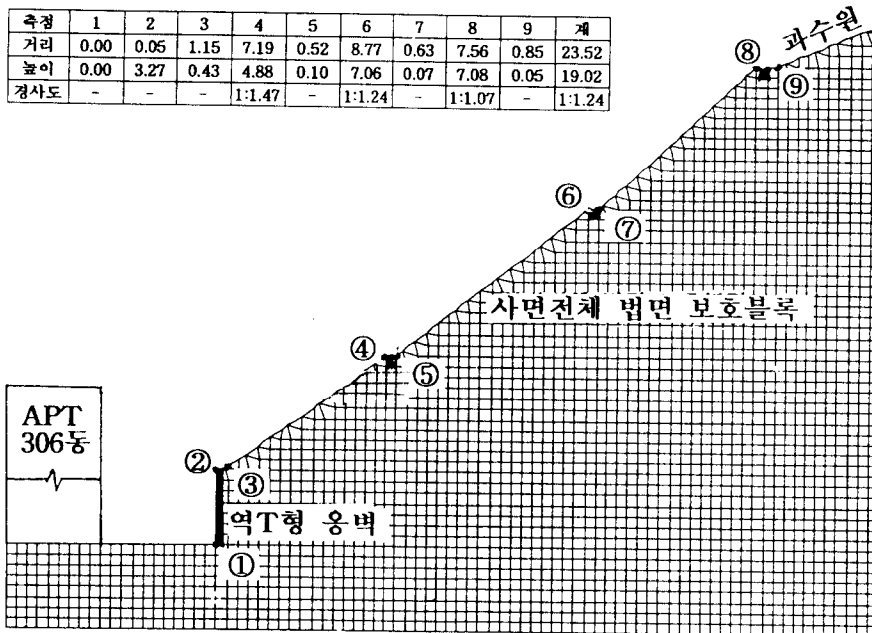
측점	9	10	11	12	13	14	15	16	계
거리	1.43	7.88	1.80	6.44	1.89	8.08	1.52	7.50	52.86
높이	0.07	5.62	0.13	4.47	-0.11	5.10	-0.26	5.18	34.96
경사도	-	1:1.40	-	1:1.44	-	1:1.58	-	1:1.45	1:1.51

그림3.2 부산 덕천(2)지구 비탈면 단면도



측점	1	2	3	4	5	6	7	8	9	계
거리	0.00	0.08	5.44	1.07	3.34	0.90	7.27	4.23	0.60	16.05
높이	0.00	4.04	3.22	0.13	3.95	0.21	4.29	0.37	1.17	11.46
경사도	-	-	1:1.69	-	1:0.85	-	1:1.69	-	-	1:1.40

그림3.3 목포 연산지구 비탈면 단면도



측점	1	2	3	4	5	6	7	8	9	계
거리	0.00	0.05	1.15	7.19	0.52	8.77	0.63	7.56	0.85	23.52
높이	0.00	3.27	0.43	4.88	0.10	7.06	0.07	7.08	0.05	19.02
경사도	-	-	-	1:1.47	-	1:1.24	-	1:1.07	-	1:1.24

그림3.4 광주 두암지구 비탈면 단면도

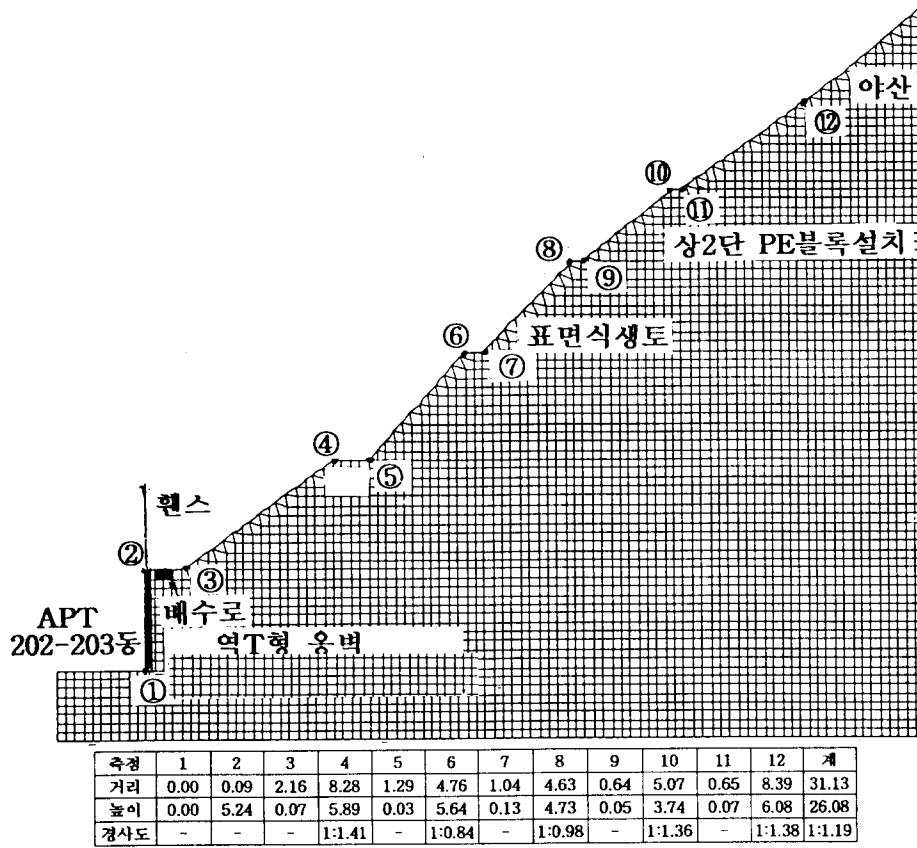


그림3.5 공주 옥룡지구 비탈면 단면도

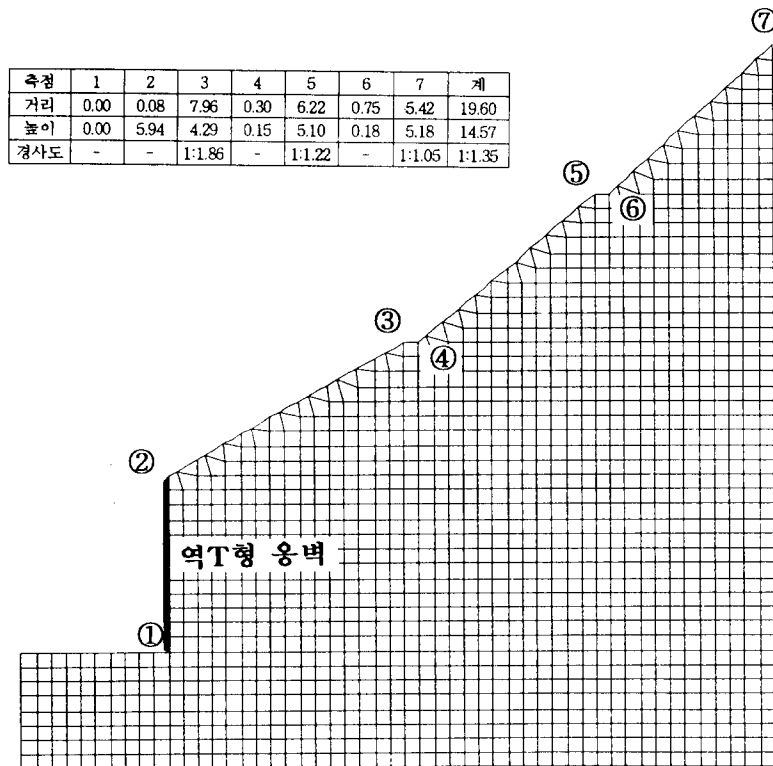
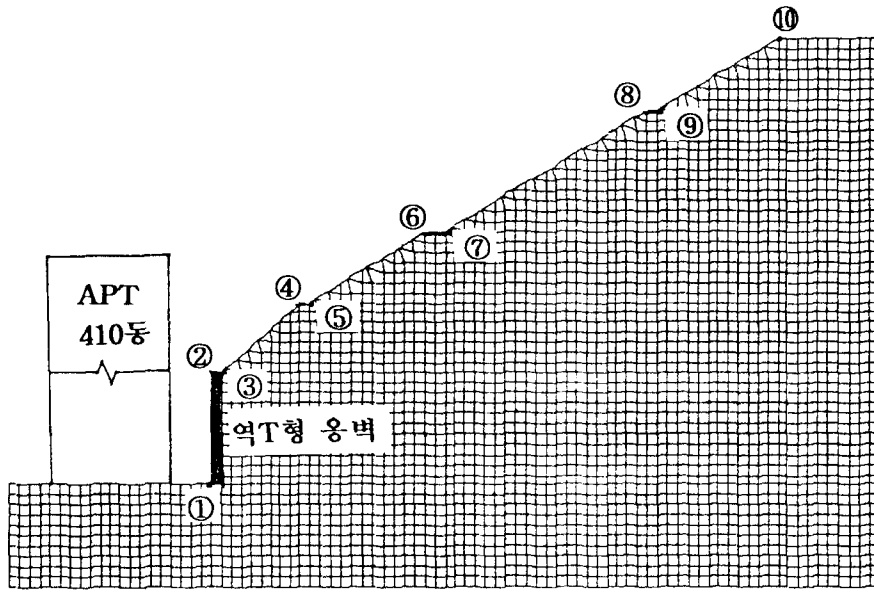


그림3.6 고양 능곡지구 비탈면 단면도



측점	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	계
거리	0.00	0.13	0.33	5.14	0.51	5.41	1.16	10.30	0.43	5.88	26.73
높이	0.00	5.44	0.02	3.56	0.12	3.38	0.10	5.88	0.11	3.44	16.26
경사도	-	-	-	1:1.44	-	1:1.60	-	1:1.75	-	1:1.71	1:1.64

그림3.7 동해 천곡지구 비탈면 단면도

4. 실태와 특성에 대한 분석 및 고찰

4.1 흙의 종류별 절토사면 경사도와 소단폭의 실측범위

앞에서 이미 설명한 바와 같이 전국 14개 주요 도시의 24개 택지개발지구의 절토사면을 중심으로 대표적인 단면을 선정하여 경사도를 측정하고 표토층에서 교란시료를 채취하여 물리시험을 행하였다. 표토층에서 분포하는 흙의 종류는 시공중 지표면의 녹화를 위해 반입된 사질토로서 실내토질시험결과 통일분류법에 의한 흙의 종류를 구분하여 보면 SW, SP, SC, SM로 나타난다.

지반조사 보고서의 주상도에 의한 원지반 흙은 표 4.1과 같이 지역에 따라 토층의 깊이별로 SW-SM, SP-SM, ML, CL, CH 등으로 조사되었으며, 실측에 의한 경사도와 소단폭의 범위는 각각 1:0.8~1:3.8, 0.3~2.2m로서 절토사면의 표준경사기준(일본도로공단 설계요령)인 표 2.2에 비해 매우 다양하게 나타나고 있음을 알 수 있다. 이는 실제 건설도중에 절토사면의 표준경사를 적용한 것이 아니라 흙의 성질과 지역별 강우특성에 따라 현장여건을 고려하여 경사기준을 선정한 것으로 생각된다.

표 4.1 흙의 종류에 따른 절토사면의 표준경사와 실측치의 비교

지역	흙의 종류	절토사면의 표준경사 (일본)	실측치		특징	
			경사범위	소단폭범위 (m)	블록보강	붕괴 이력
부산 덕천1	ML	1:0.8~1:1.2	1:1.3~1:1.6	1.1~2.2	○	○
부산 덕천2	ML	1:0.8~1:1.2	1:1.4~1:1.7	0.9~1.9	○	○
부산 망미	ML	1:0.8~1:1.2	1:2.1~1:2.3	1.0~1.4	○	○
부산 중등	CL	1:0.8~1:1.2	1:1.7	-	○	○
포항 학잡1	CH	1:0.8~1:1.2	1:1.5~1:3.8	-	○	
포항 학잡2	이암	-	1:2.6~1:3.2	-	잔디식재	○
포항 두호	이암	-	1:0.8~1:1.7	-	잔디식재	○
대구 월성1	CL	1:0.8~1:1.2	1:1.9	-	잔디식재	
대구 월성2	-	1:0.8~1:1.2	1:1.6	-	잔디식재	
구미 황상	ML	1:0.8~1:1.2	1:1.3~1:1.9	0.7	○	
구미 도량	SM, CL	1:1.0~1:1.2	1:1.7	-	잔디식재	
안동 옥동	SP-SM	1:1.2~1:1.5	1:1.6	-	○	
안동 송현	CL	1:1.2~1:1.5	1:1.7	-	○	
목포 상등	CL	1:0.8~1:1.2	1:1.3~1:1.5	-	○	○
목포 연산	SM	1:0.8~1:1.2	1:0.9~1:1.7	0.9~1.1	○	○
광주 두암	SM	1:1.2~1:1.5	1:1.1~1:1.5	0.5~1.2	○	○
공주 옥릉	SM	1:1.2~1:1.5	1:0.8~1:1.4	0.6~2.2	○	○
원주 명륜	SM	1:1.2~1:1.5	1:1.6~1:2.7	-	○	
춘천 후평	SW-SM	1:1.2~1:1.5	1:1.6	-	○	
춘천 호자	SM	1:1.2~1:1.5	1:1.7	-	○	
등해 천곡	ML	1:0.8~1:1.2	1:1.4~1:1.8	0.3~1.2	○	
삼척 원당	CL	1:0.8~1:1.2	1:1.9	-	○	
속초 고등	SM	1:1.2~1:1.5	1:1.4	-	잔디식재	

4.2 소단사이의 사면높이별 소단폭과 경사도

표 4.2는 3.1~3.7절에서 이미 설명한 부산, 목포, 광주, 공주, 고양, 동해지역의 단지별 소단사이의 사면높이 및 소단폭을 측정하고 사면경사를 산정한 결과를 보인 것이다. 이 표에서 알 수 있는 바와 같이 소단사이의 평균사면 높이는 지역에 따라 3.59~6.34m로 그 변화폭이 매우 크며, 평균 소단폭은 0.53~1.48m로 우리나라 여러 기관의 소단설치 기준과는 상당한 차이가 있음을 확인할 수 있다. 또한 지역에 따라 산정된 평균 경사도를 검토하여 보면 광주 두암지구에서는 최대 1:1.5, 동해 천곡지구에서는 최소 1:1.60으로서 그 범위가 0.45로 분석되었다.

표 4.2 소단사이의 사면높이에 따른 소단폭과 경사도

지역	단지	소단사이의 사면높이(m)	소단폭(m)	사면경사	U.S.C.S
부산	덕천(1)	6.13	1.23	1:1.58	ML
		4.56	2.15	1:1.52	
		5.09	1.22	1:1.26	
		4.70	1.15	1:1.25	
	평균	5.12	1.44	1:1.40	
	덕천(2)	4.78	1.19	1:1.52	
		4.61	1.02	1:1.51	
		5.20	1.43	1:1.68	
		5.62	1.80	1:1.40	
		4.47	1.89	1:1.44	
평균	5.10	1.52	1:1.58		
목포	연산	3.22	1.07	1:1.69	CL
		3.95	0.90	1:0.85	
	평균	3.59	0.99	1:1.27	
광주	두암	4.88	0.52	1:1.47	SM
		7.06	0.63	1:1.24	
		7.08	0.85	1:1.07	
	평균	6.34	0.67	1:1.26	
공주	옥룡	5.89	1.29	1:1.41	SM
		5.64	1.04	1:0.84	
		4.73	0.64	1:0.98	
		3.74	0.65	1:1.36	
	평균	5.0	0.91	1:1.15	
고양	능곡	4.29	0.30	1:1.86	SC
		5.10	0.75	1:1.22	
	평균	4.70	0.53	1:1.54	
동해	천곡	3.56	0.51	1:1.44	ML
		3.38	1.16	1:1.60	
		5.88	0.43	1:1.75	
	평균	4.27	0.7	1:1.60	

4.3 사면높이에 따른 기관별 경사기준과 실측치의 비교

우리 공사와 유관기관인 건설교통부, 한국도로공사, 한국토지개발공사에서 적용하고 있는 절토 경사기준은 5m 이상의 토사(사질토, 점성토)로 구성된 지반에서는 1:1.5이며, 5m 이하로 구성된 지반에서는 1:1.2로 설계되고 있다. 또한 리핑암(풍화암)으로 발달되어 있는 5m 이상 및 5m 이하의 지반에서는 건설교통부, 한국도로공사, 한국토지개발공사에서는 각각 1:0.7, 1:1.0, 1:1.0으로 설계에 적용하고 있으며 우리 공사는 1:1.2(5m 이상) 및 1:1.0(5m 이하)을 사용하고 있다.

표 4.3은 기관별 절토사면의 표준경사와 우리 공사에서 실제 측정한 실측치를 비교한 것이다. 이 표에서 보는 바와 같이 과거 건설도중 사면붕괴의 이력이 있었던 부산 덕천, 중동, 포항 학잠, 목포 상동, 광주 두암, 공주 옥룡지구는 사면높이가 5m 이상일때 표준 경사기준인 1:1.5와 유사하거나 보다 급경사로 시공되어 있다.

4.4 경사도와 소단폭의 확률적 해석

지역별 흙의 성질에 따른 절토사면의 실태조사에 의한 경사도와 소단폭의 평균치에 대하여 분산의 정도를 알아내기 위해 통계변수인 변동계수를 이용하여 기본통계 분석을 실시하였다. 변동계수는 표준편차를 평균치로 나눈 값을 말하며, 변동계수는 성질에 따라 다르거나 또는 평균이 다른 통계자료가 평균치를 중심으로 어느 정도 분산되어 있는가를 계측 비교하는 척도이다. 그러므로 이 변동계수는 중앙에 집중되는 경향의 확실성에 대한 측정수단이 될 수 있다.

본문에서는 다음과 같이 지역별 흙의 종류에 따라 실측치에 의한 경사도와 소단폭이 갖는 평균치에 대한 분산의 정도를 규명하고, 확률변수를 이용하여 통계적 성질에 따라 모평균 μ 의 90% 신뢰구간을 산정하고자 한다.

(1) 실측 경사기준의 기본통계 분석결과와 정규분포의 범위는 표 4.4와 같다.

표 4.4 경사기준에 대한 기본통계 분석 및 90% 신뢰구간

지역	표본수	최대치	최소치	범위	평균	표준편차	변동계수 (%)	신뢰도 90%인 신뢰구간	U.S.C.S
부산	15	1:1.25	1:2.32	1:1.07	1:1.58	0.29	18.35	1:1.5~1:1.7	ML
포항	9	1:1.47	1:3.75	1:2.28	1:2.34	0.79	33.76	1:1.9~1:2.8	CH
대구,경북	7	1:1.34	1:1.94	1:0.6	1:1.69	0.18	10.65	1:1.6~1:1.8	SM,ML, CL
목포,광주	7	1:1.07	1:1.69	1:0.62	1:1.43	0.22	15.38	1:1.3~1:1.6	SM,CL
충북	8	1:0.84	1:1.86	1:1.02	1:1.26	0.30	23.81	1:1.1~1:1.4	SM
강원	10	1:1.44	1:2.66	1:1.22	1:1.73	0.34	19.65	1:1.6~1:1.9	SM,ML

(2) 실측 소단폭의 기본통계 분석결과와 정규분포의 범위는 표 4.5와 같다.

표 4.5 소단 설치기준에 대한 기본통계 분석 및 90% 신뢰구간

지역	표본수	최대치	최소치	범위	평균	표준편차	변동계수 (%)	신뢰도 90%인 신뢰구간
부산,경북	15	2.15	0.66	1.49	1.36	0.40	29.41	1.2~1.5
목포,광주	8	2.10	0.50	1.60	0.97	0.48	49.48	0.7~1.2
충북	7	2.16	0.30	1.86	0.98	0.57	58.16	0.6~1.3
강원	6	1.16	0.33	0.83	0.68	0.29	42.65	0.5~0.9

이상과 같이 우리공사 기존 절토사면의 경사기준에 대한 실태와 시공특성을 분석한 결과를 요약 정리해 보면 먼저, 경사기준에 대한 표준편차는 포항(CH), 강원(SM, ML), 충북(SM), 부산(ML), 목포,광주(SM, CL) 순으로 크고, 평균치에 대한 변동계수는 포항, 충북, 강원, 부산, 목포,광주 순으로 크다.

반면, 소단 설치기준의 평균치에 대한 변동계수는 부산,경북을 제외하고 경사기준에 비해 큰 값(42.65~58.16%)을 지니고 있어 분산의 정도가 큼을 알 수 있다. 또한 경사기준과 소단 설치기준을 중심극한의 정리(Central limit theorem)에 의해 평균치에 대한 신뢰도 90%인 모평균 μ 의 신뢰구간을 산정한 결과, 신뢰상한과 신뢰하한은 평균치를 중심으로 정규분포로 표시할 수 있음을 확인하였다. 그리고, 신뢰도 90%인 신뢰구간에서 구해진 토질별 경사기준과 지역별 소단 설치기준은 향후 설계,시공시에 실용적으로 활용할 수 있을 것이다.

5. 결론

문헌으로부터 국내외의 절토사면 경사 및 소단설치 기준을 조사하여 전국 14개 주요도시에 건설된 24개 택지개발지구의 절토사면에 대한 대표적인 단면을 선정하고, 실측에 의한 경사도 및 소단폭을 비교분석한 결과를 요약하면 다음과 같다.

- (1) 실측에 의한 경사도와 소단폭의 범위는 각각 1:0.8~1:3.8, 0.3~2.2m로서 절토사면의 표준경사 및 소단 설치 기준(일본도로공단 설계요령)에 비해 매우 다양하게 나타나고 있음을 알 수 있다.
- (2) 소단사이의 평균사면 높이는 지역에 따라 그 변화폭이 매우 크며, 평균 소단폭은 우리나라 여러 기관의 소단설치 기준과는 상당한 차이가 있음을 확인할 수 있다.
- (3) 기관별 절토사면의 표준경사와 우리 공사에서 실제 측정한 실측치를 비교하여 보면 과거 건

설도중 사면붕괴의 이력이 있었던 지구는 사면높이가 5m 이상일때 표준 경사기준인 1:1.5와 유사하거나 보다 급경사로 시공되어 있다.

- (4) 지역별 흙의 종류에 따라 실측치에 의한 경사도와 소단폭이 갖는 평균치에 대한 분산의 정도를 규명하고, 확률변수를 이용하여 모평균 μ 의 90% 신뢰구간을 산정하였다.

● 참고문헌

- (1) 대한주택공사, 부산덕천동의 23개 단지 지반보고서, 대한주택공사, 1986-1991
- (2) 정철호, 統一分類에 의한 우리나라 土質의 工學的 特性에 관한 確率論的 研究, 대한토목학회 논문집, 1989.9, pp.115-123
- (3) 진병훈, 정철호, 土木構造物의 安定計算法 實用化 方案 研究, 대한주택공사, 1988.12, pp5-20
- (4) E.W.Brand, Geotechnical Manul for Slopes, Geotechnical Control Office Engineering Development Department Hong Kong, 1981, pp123-132
- (5) Geotechnical Control Office Engineering Development Department Hong Kong, Geotechnical Manul for Slopes, 1984, pp71-83
- (6) Harr, M., E., Mechanics of Particulate Media A Probabilistaic Approach, McGraw-Hill Book Company, 1977
- (7) 日本材料學會 土質安定材料委員會, 斜面安定工法, 昭和46年, pp237-242
- (8) 日本土質工學會, 切土ノリ面, 昭和51年, pp139-157