부산 장산지역에 분포한 절개사면의 특성

Characteristics of the Cut Slopes located in Mt. Jang Area, Busan

송영석^{1*}, 김경수², 조용찬³, 이춘오⁴, 채병곤⁵

Young-Suk Song^{1*}, Kyeong-Su Kim², Yong-Chan Cho³, Choon-Oh Lee⁴, Byung-Gon Chae⁵

¹Member, Principal Researcher, Geologic Environment Division, Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources

²Member, Principal Researcher, Geologic Environment Division, Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources

³Non-member, Senior Researcher, Geologic Environment Division, Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources

⁴Non-member, Senior Researcher, Geologic Environment Division, Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources

⁵Non-member, Principal Researcher, Geologic Environment Division, Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources

ABSTRACT

The information of cut slope in Mt. Jang area, Busan is investigated in order to construct the Slope Management System in Urban Area. The slope inspection sheet is made to record the characteristics for cut slopes, and that is capable to be inputted slope information systematically. The cut slopes in Mt. Jang area are consisting of 69 slopes. Most of the cut slopes are constructed in cutting slope and retaining wall (CR). The cut slopes located in housing facilities are 46 slopes, and the slopes located in school facilities are 12 slopes. The traverse of cut slopes is mainly ranged from 50 m to 150 m, and the height is mainly ranged from 10 m to 20 m. The slopes combined with soil and rock are mostly distributed. The retaining wall was installed in the toe part of cut slope in order to increase the slope stability, and the additional reinforcement methods including the anchor, drainage, preventing rock fall, shotcrete and vegetation were installed at the toe part of cut slopes.

요 지

본 연구에서는 대도시사면 통합관리시스템 구축을 위하여 부산 장산 지역의 절개사면에 대한 현황을 조사하였다. 절개사면에 대한 특징들을 기록할 수 있는 조사용 사면 조사용 시트를 작성하였으며, 조사시트에는 사면정보를 체계적으로 기재할 수 있도록 하였다. 부산 장산 일대의 절개사면은 총 69개소로서 대부분이 옹벽과 사면으로 이루어진 사면(CR)이다. 절개사면에 인접하고 있는 시설물로는 주거시설이 46개소, 학교가 12개소로 조사되었다. 그리고 절개사면의 평균 연장길이는 50m에서 150m로 분포하고, 높이는 10m에서 20m로 분포하며, 토층과 암반층이 혼재된 혼합사면이 가장 많이 분포하고 있다. 사면의 안정성 확보를 위하여 대부분 사면하단부에 옹벽이 설치되어 있으며, 옹벽 및 절개사면의 추가적인 안정성을 확보하기 위하여 앵커공, 배수공, 낙석방지공, 슛크리트공, 식생공 등이 보강되어 있음을 알 수 있다.

Keywords : Mt. Jang area, Cut slope, Slope Management System, Site investigation, Reinforcement method

1. 서 론

도시의 팽창으로 인해 개발영역이 산지나 구릉지로 점 점 확대되어 감으로써 대규모 절취사면의 개설 이 계속해 서 증가하고 있는 추세에 있다. 이로 인하여 수많은 절취

사면이 생성되었고, 인명과 재산을 재해로부터 보호하기 위하여 사면안정의 중요성에 대한 인식이 점점 강조되고 있는 실정이다. 그러나 사면개설시 지질조건이 충분히 반영되지 못하고 시공되었거나 사면개설 후에도 정기적 안정성 평가는 물론 적절한 유지관리의 부재로 인해 사면재해 가능성은 항상 존재하고 있다.

절취사면의 활용도를 높이고, 사면의 안정 및 쾌적성을 확보하기 위하여 절취사면에 대한 체계적인 관리가 필요

Received 25 May. 2013, Revised 23 Jul. 2013, Accepted 24 Jul. 2013

*Corresponding author

Tel: +82-42-868-3035; Fax: +82-42-868-3414

E-mail address: yssong@kigam.re.kr (Y. S. Song)

하다. 인위적으로 형성된 절취사면은 설계 및 시공시 안정성이 확보되었다고 하더라도 향후 여러 가지 외적요인(강우, 풍화, 동결 및 융해 등)에 의하여 안정성이 저하될 가능성이 있다(Hong and Song, 2002). 특히, 도심지에서의 절취사면 붕괴는 대규모의 인명 및 재산피해를 초래할 수 있으므로 이에 대한 유지관리 시스템이 마련되어야 할 것이다.

따라서 Kim et al.(2004)은 도시지역에 실용가능한 사면 통합유지관리 시스템을 개발하였으며, 부산지역을 대상으로 대도시 사면 통합관리시스템 구축을 완료하였다(Chae et al., 2006). 이와 같이 사면통합관리 시스템을 구축하는데 있어 현재 존재하고 있는 절취사면의 현황을 조사하고, 이에 대한 특성을 분석하는 것은 매우 중요한 일이다. Cho et al.(2004)은 부산 황령산지역의 절취사면에 대한 현황 및 특성분석을 발표한 바 있으며, Song et al.(2008)은 부산 백양산지역의 절취사면에 대한 현황조사 결과를 발표한 바 있다. 이들 자료는 기 개발된 사면통합관리 시스템에 적용되었다.

본 논문은 상기 연구에 대한 일련의 과정으로 부산 장산지역의 절취사면에 대한 현황을 조사하고 이를 분석하고자 한다. 조사된 절취사면은 사면고가 3m 이상인 경우만

을 대상으로 하고, 사면의 방향이 바뀌거나 이격된 경우에 분리하여 조사하였다. 그리고 건물 혹은 구조물 사이에 존재하는 절취사면은 본 연구에서는 제외한다. 한편, 이와 같이 조사 및 분석된 자료들은 기 개발된 사면통합관리 시스템에 적용하였다.

2. 현장개요

2.1 지형

본 연구의 대상지역은 부산광역시 장산 일대로서 한반도의 척추에 해당하는 태백산맥의 남단부에 있으며 동해 및 남해와 연하는 부산광역시 하부에 위치하고 있다. Fig. 1은 대상지역의 위치 및 지형고도를 나타낸 것이다. 장산지역의 면적은 총 81.6km² 정도이나 이 중 주거시설, 근린시설, 학교나 도로 등 평지로 구분되는 곳과 절취사면이 분포하는 지역을 제외한 자연사면의 분포면적은 약 50.2km²이다.

장산지역의 자연사면에는 비교적 큰 규모의 암반노두들이 형성되어 있으며, 이들 암반노두는 지형고도를 기준으로 했을 때 대략 70% 이상으로 높은 고도에 위치하고

Fig. 1. Topography of Mt. Jang area, Busan

Fig. 2. Slope angle of natural terrain in Mt. Jang area

있으며, 암반으로부터 탈락된 테일러스들이 사면의 하부를 따라 대상으로 길게 분포되어 있다. 그리고 테일러스들은 여러 곳에 분포되어 있을 뿐만 아니라 면적 또한 매우 넓게 자리하고 있음이 백양산지역이나 구덕산지역에 비해 특징적으로 관찰되는 현상이다. 이들 암반노두와 테일러스 지역들은 사면불안정 요인이 되는 토층이 전혀 없기 때문에 산사태가 발생할 가능성이 없는 지역으로 분류될 수 있다.

Fig. 2는 연구대상 지역에 대한 사면경사 분포를 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 경사가 0-10° 범위로 매우 낮아 평지이거나 평지에 가까운 지역으로 분류되는 지역이 전체면적의 44.56% 정도로 가장 넓은 면적을 차지하였다. 그리고 대체적으로 낮은 경사도를 갖는 사면으로 분류되는 10-20°의 사면이 전체면적의 27.04% 정도로서 10° 미만의 경사도에 이어 두 번째의 면적 분포비율을 보이고 있으며, 그 다음으로는 비교적 높은 경사도에 해당하는 20-30° 및 30-40° 순으로 각각 20.73%와 7.07%의 분포비율을 갖는 것으로 조사되었다. 그리고 40° 이상으로서 매우 높은 경사도를 가지는 사면은 0.60% 미만으로서 매우 좁은 분포비율을 보였다. 따라서 장산지역은 대부분 사면 경사가 40° 미만을 유지하고 있는 것으로 나타났다.

2.2 지질

부산 장산지역은 모두 화산암지역으로서 유문암 및 유문암질응회암과 안산암 및 안산암질응회암 등이 분포하고 있다. 부산 민락동 해안을 따라 담홍색 내지 암갈색의 유문암이 소규모로 분포한다. 이 암석은 유동 구조와 구과상 조직을 보이는 특징이 있다. 유동 구조는 완만한 경사를 보이거나 급경사를 보이며 곳에 따라서는 자파쇄각력화 (autobrecciation)에 의해 유동구조가 단절되는 경우가 관

찰된다. 또한 암갈색을 보이는 부위에서는 유동구조와 구과상 구조가 발달하지 않는 특징이 있다. 유문암질 응회암은 장산 일대에 분포한다. 동래-월래 도폭(Son et al., 1978)에서는 장산을 이루고 있는 암석으로 래피리응회암-유문암질암류-유문 반암이 있는 것으로 기재한 바 있다. 강한 용결을 보이는 유문암질 응회암은 우1동-우2동 마을 부근에서 관찰된다. 이 암석은 담홍색으로 백색의 용결 부석이 특징적으로 나타나며 결정편으로 석영, 장석, 각섬석이 있다. 암편으로 1cm 크기의 각력상 유문암, 퇴적암, 안산암이 2% 정도 함유되어 있다.

3. 조사방법

합리적 사면관리를 위해서는 여러 개의 소구역별 절취사면을 일목요연하게 구분할 필요가 있으며, 각각의 특성에 맞도록 적절한 고유번호를 부여하는 것이 필수적이다. 조사용 기본도는 국립지리원에서 발간된 1:5,000 축척의 지형도를 이용하였다.

절취사면은 높이를 기준으로 하여 3m 미만의 소규모적 사면(옹벽포함)은 조사대상에서 제외하였다. 절취사면은 규모와는 관계없이 한 장소에 한 방향으로만 이루어진 독립사면, 동일한 사면이더라도 방향이 바뀌며 연속되는 사면, 그리고 일정한 거리를 두고 분리된 사면 등으로 구분되나 이들은 개설위치를 기준으로 하여 같은 장소인 경우 하나의 사면으로 간주하였다. 절취사면은 소단, 배수시설이나 보호 및 보강시설 등으로 인해 다양한 형태로 분류될 수 있으나, 사면안정성에 크게 유의한 영향인자인 보강시설, 즉 옹벽의 시설여부를 기준으로 사면유형을 분류하였다. 이렇게 하여 절취사면의 유형은 옹벽과 사면으로 이루어진 사면, 옹벽 없이 사면으로만 이루어진 사면, 그리고 사면은 없고 옹벽으로만 이루어진 사면으로 구별된다. 옹벽과 절취사면이 같이 있는 경우에는 CR(cut slope + retaining wall), 절취사면만 있는 경우는 C(cut slope), 그리고 옹벽만 있는 경우는 R(retaining wall)로 표기하였다. 그리고 일련번호는 도엽별로 가급적 시계방향으로 순차적으로 표시하도록 하였고, 연결된 동일 사면에서 방향이 바뀌거나 분리되어 있는 경우에는 별도의 일련번호를 하나 더 부여하였다.

절취사면의 예 ; BS021/CR-001-1, 2~

- BS는 부산(Busan)의 영문약어

절취사면 조사표 (CUT SLOPE INSPECTION SHEET) 도시지역 사면관리시스템 연구

현황	사면번호 BS	행정구역 시/군/구 읍/면/동 리 지구	시공년도 년	시공자	조사자	조사일 200년 월 일
위치	국도 지방도 호선 기타;	왕복 편도 차선 기타; 소로 주거단지	이격거리 m	노폭 m	인접구조물 지형(방향)	능선·계곡 능선·계곡 능선·계곡
지질	암종 화성·퇴적·변성	암석명	암색(중화색)	구성광물	중화도	지질구조 절리·층리·단층·열리·암맥
사면	구성	연장	높이	방향	토양층	사면상부
	암반·토층·혼합	m	m	/	심도 m 점토질·조립질혼합	경사 유·무 도
소단	1단	폭 하늘이 m	상높이 m	하경사 도	상경사 도	사면
	2단	폭 하늘이 m	상높이 m	하경사 도	상경사 도	사면상부
옹벽	연장	높이	두께	재료	배수공상태	배수공관리상태
	m	m	m	콘크리트 석축	공경 cm	수직간격 m
배수시설	종류	길이	폭	깊이	위치	모호시설
	수직배수로 산마루측구배수로 소단·수평배수로	m	m	m	상·중·하 소단1단·2단 ·3단·4단	모호시설
불연속면	Set 1	Set 2	Set 3			불연속면
	종류	유형	원호·평면·웨이·전도 낙반·복합·표층유실	원호·평면·웨이·전도 낙반·복합·표층유실	원호·평면·웨이·전도 낙반·복합·표층유실	원호·평면·웨이·전도 낙반·복합·표층유실
특기사항	배수로·배수공(지하수배제)·구배조정·위험탐피제거·보호넛·방지책·특돌트앵커·샷크리트·콘크리트(wall)·상부그라우팅·옹벽·옹벽&특앵커·역지갈돌					

Fig. 3. Cut slope inspection sheet

- 021은 조사용 기본도인 1:5000지형도의 도엽번호
- CR은 절취사면의 유형
- 011은 개별 절취사면의 일련번호
- 1, 2는 연결된 동일사면에서의 분리번호

사면 통합관리시스템에서 절취사면에 대한 자료들을 데이터베이스하고 정보화하기 위해서는 개개사면별 코드 번호를 부여하는 것과 함께 절취사면 각각의 특징들을 상세히 기록할 수 있는 사면 조사용 시트를 필요로 한다. 이러한 필요성에 의해 수차례의 보정절차를 거쳐 최종적으로 Fig. 3과 같은 사면 조사용 시트를 완성하였다. 사면 조사용 시트에는 사면현황, 관리 및 안정성 등에 관련되는 여러 요소 및 인자들을 기재할 수 있도록 하였으며, 사면 통합관리시스템에 의해 이들 사면자료를 종합적으로 데이터베이스화 하였다. 그림에서 보는 바와 같이 사면 조사용 시트에 기재된 내용들은 위치현황, 소단, 식생, 보호 및 보강시설 등의 시공여부, 불연속면, 암석분포, 풍화상태 등의 지질자료, 사면기하, 토질 및 암석물성, 강도, 전단특성, 먼거칠기, 배수조건 등이다.

4. 현황조사결과 및 분석

4.1 절취사면 분류 및 인접시설

부산 장산 일대에서 조사된 절취사면은 총 69개소이다. 절취사면은 그 유형에 따라 옹벽 없이 사면으로만 이루어진 사면(C), 옹벽과 사면으로 이루어진 사면(CR), 그리고 옹벽으로만 이루어진 사면(R)의 3가지로 분류하였으며, 각각의 대표적인 사면의 모습은 Fig. 4에 나타내었다.

Table 1은 연구지역에 분포한 절취사면의 유형을 도엽별로 분류한 것이다. 여기에서 보는 바와 같이 옹벽과 사면이 복합되어 있는 CR형태가 63개소로서 전체사면의 92%를 차지하는데, 안전성확보를 위해 사면절취 후 하부에 옹벽을 설치하고 필요에 따라 록볼트나 앵커 등이 시공되어 있는 경우도 있다. 단순형태의 사면으로는 R형태가 4%정도, C형태도 4%정도인 것으로 조사되었다.

절취사면에 인접해 있는 시설물의 종류를 개소수와 사면연장으로 구분하여 Table 2에 정리하였다. 표에서 보는 바와 같이 총 69개 절취사면 중에서 가장 많은 분포비를 차지하고 있는 시설은 주거시설이다. 주거시설은 46개소

(a) C type

(b) R type

(c) CR type

Fig. 4. Classification by slope type

Table 1. Classification of cut slope in the study area

Map No.	Slope type *			The number of slope
	CR	C	R	
Busan 007	10			10
Busan 016	1			1
Busan 017	12		1	13
Busan 026	16			16
Busan 027	1			1
Busan 036	12	1	1	14
Busan 037	6	2	1	9
Busan 038	5			5
Total	63 (95%)	3 (1%)	3 (4%)	69

* CR (cut slope + retaining wall), C (cut slope), R (retaining wall)

Table 2. Classification of cut slope by adjacent facilities

Facilities	The number of slope	Proportion (%)	Traverse of slope (m)	Proportion (%)
Housing (including Apartment)	46	67	5,700	73
School	12	17	981	13
Road	4	6	550	7
Public buildings	3	4	341	4
Others	4	6	224	3
Total	69	100	7,796	100

로서 전체의 37%를 차지하며, 다음으로는 교육시설이 12개소로서 17%를 차지한다. 그 외는 도로사면, 공공 및 기타건물 등이 11개소로서 16%를 차지하고 있다.

사면을 단순히 개소수만으로 분류하면 사면의 규모를 파악하기 곤란하기 때문에 사면길이를 고려하여 인접시설물별 총 연장길이를 재분류해 보았는데, 사면의 연장길이가 가장 긴 곳은 주거시설로서 5,700m인 것으로 조사되었다. 그 다음으로는 교육시설이 981m, 도로사면이 550m를 차지하고 있다. 그 외 공공건물이 341m, 기타 건물이 224m인 것으로 나타났다. 따라서 장산지역 절취사면의 개소수와 사면의 총 연장길이는 비례함을 알 수 있다.

4.2 절취사면의 기하학적 특성

절취사면의 유형이 R형인 3개소를 제외한 66개소에 대하여 높이, 길이, 사면경사, 지반매질 등에 대한 기하학적 특성을 조사 및 분석하였다.

Fig. 5는 장산 일대 절취사면의 높이별 분포를 나타낸 것으로 사면높이가 10~20m인 경우가 전체의 58%정도를 차지하고 있으며, 사면높이가 20~30m인 경우와 10m

Fig. 5. Slope height of cut slopes

Fig. 6. Traverse of cut slopes

이하인 경우가 각각 20% 및 17%를 차지하고 있는 것으로 나타났다.

Fig. 6은 장산 일대 절취사면의 길이(traverse)별 분포를 나타낸 것으로 사면길이가 100m~150m인 경우가 36%로서 가장 높은 비율을 차지하고 있으며, 사면길이가 50~100m인 경우도 29%인 것으로 나타났다. 장산 일대에 분포하고 있는 절취사면의 최대길이는 375m로서 좌동의 경남 선경아파트에 위치하고 있다.

절취사면은 사면을 구성하고 있는 지반매질에 따라 토층사면, 암반사면, 그리고 혼합사면으로 분류할 수 있다. Fig. 7은 절취사면의 지반매질에 따른 분포를 나타낸 것으로 장산 지역은 혼합사면이 전체의 71%를 차지하고 있으며, 암반사면은 20%, 토층사면은 9%를 차지하고 있는 것으로 나타났다.

Fig. 8은 장산 일대 절취사면의 경사를 나타낸 것으로 30~40°인 사면이 전체의 46%를 차지하는 것으로 조사되었다. 혼합사면과 토층사면의 경우는 대부분 40° 미만의 경사로서 대체로 저각을 이루고 있으며, 암반사면은 60° 이상의 비교적 고각으로 이뤄져 있는 것으로 나타났다.

한편, 장산 일대 절취사면의 방향을 조사한 결과 서향사면 50%, 북향사면 21%, 남향사면 20%, 동향사면 9%로 나타났다. 장산의 동향사면의 빈도가 낮게 나타난 이유는

Fig. 7. Ground materials of cut slopes

Fig. 8. Slope angle of cut slopes

동향사면에 송정방향으로 가는 도로개설과 군부대가 위치하고 있는 것에 기인한다.

4.3 절취사면의 보강현황

대상현장의 절취사면의 경우 안정성을 확보하기 위하여 대부분의 사면하단부에 옹벽을 시공하였다. 옹벽은 대부분 철근콘크리트 구조물로서 두께는 25~50cm 정도인 것으로 나타났다. 옹벽의 연장길이는 사면의 연장길이와 거의 비슷하게 나타나고 있으며, 옹벽의 높이는 최소 0.7m에서 최대 18m까지 다양한 것으로 조사되었다. Fig. 9는 장산 일대 절취사면에 설치된 옹벽높이 분포를 나타낸 것으로 높이가 5m이하인 옹벽이 27개소로서 41%, 높이가 5~10m인 옹벽도 27개소로서 41%임을 알 수 있다. 그리고 높이가 10~15m인 옹벽은 9개소로 14%이며, 15m이상인 옹벽은 3개소로 5%인 것으로 나타났다.

절취사면에 설치된 옹벽에 추가적인 안정성 확보를 위하여 앵커, 부벽, 콘크리트 버팀대 등으로 보강된 사면은 13개소인 것으로 조사되었다. Fig. 10은 옹벽에 앵커를 보강한 모습을 나타낸 것이며, Fig. 11은 옹벽에 부벽을 설치하여 보강한 모

Fig. 9. Retaining wall height installed in cut slopes

Fig. 10. Retaining wall reinforced by anchors

습을 나타낸 것이다. 그리고 Fig. 12는 옹벽과 인접한 구조물 사이에 콘크리트 버팀대를 보강한 모습을 나타낸 것이다.

대상현장의 절취사면에는 지하수 및 지표수의 배수를 위하여 옹벽에 배수공을 설치하고, 절취면에 각종 배수로를 설치하였다. 대상현장에 설치된 배수공의 크기는 지름 110mm와 20mm크기의 PVC 파이프가 주를 이루고 50mm와 70mm 크기의 대구경 배수공도 관찰되었다. 연구지역 대부분의 옹벽에서 배수공 관리상태가 양호한 편이므로 비교적 배수가 원활하게 이뤄지고 있는 것으로 관찰되었다. 한편 배수량이 많은 경우에는 Fig. 13과 같이 배수공

Fig. 11. Retaining wall supported by buttress

Fig. 12. Retaining wall supported by concrete struts

Fig. 13. Drainage method using PVC pipe

(a) Vertical and horizontal drain ditch

(b) Drain ditch on berm

Fig. 14. Various drain system installed in cut slopes

(a) Shotcrete

(b) Block

(c) Grating crib

(d) Anchor

Fig. 15. Slope protection and reinforcement method installed in cut slopes

외부로 PVC파이프를 설치하는 경우 볼 수 있었다.

사면의 지표수 및 지하수의 배수상태는 사면안정성에 중요한 영향을 미치므로 집중호우 등에 의해 지표로 유입되는 물을 배제하기 위하여 사면 표면의 보호공과 함께 다양한 배수로가 시공되어 있는 것으로 나타났다. Fig. 14는 장산지역에 설치된 수직 및 수평배수로와 산마루 측구배수로의 모습을 나타낸 것이다.

절취사면을 시공한 후 사면상부로부터 발생될 수 있는

낙석, 암반탈락, 토층유실 등으로 인한 피해를 줄이기 위해서 여러 보호공법들이 적용되고 있는 것으로 나타났다. 기본적으로 낙석을 방지하기 위해서는 망(net), 방지책(fence) 및 울타리(barrier) 등이 설치되어 있으며, 표층유실을 막기 위해 잡목이나 잔디 등이 식재되어 있는 것으로 나타났다. Fig. 15는 장산지역의 절취사면을 보호하기 위하여 설치된 각종 보호공법을 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 장산지역에는 사면에 대한 안정성을 유지하기 위하

여 설치된 슛크리트공법(Fig. 15(a)), 블록공법(Fig. 15(b)) 및 격자틀공법(Fig. 15(c))과 사면에 대한 안정성을 증가시키기 위한 앵커공법(Fig. 15(d))이 시공되어 있다.

4. 결 론

본 연구에서는 대도시사면 통합관리시스템 구축을 위하여 부산 장산 지역의 절취사면에 대한 현황을 조사하였으며, 조사된 결과를 정리하면 다음과 같다.

- (1) 절취사면에 대한 특징들을 상세히 기록할 수 있는 사면 조사용 시트를 제안하였으며, 조사용 시트에는 사면현황, 관리 및 안정성 등에 관련되는 여러 요소 및 인자들을 기재할 수 있다.
- (2) 부산 장산 일대의 절취사면은 총 69개소로서 대부분이 옹벽과 사면으로 이루어진 사면(CR)이며, 절취사면에 인접하고 있는 시설물로는 주거시설이 가장 많은 것으로 조사되었다.
- (3) 부산 장산 일대 절취사면의 높이는 10~20m인 경우가 전체의 가장 많으며, 사면길이는 50~150m인 경우가 전체의 65%를 차지한다. 그리고 사면경사는 30~40°인 사면이 전체의 46%를 차지한다.
- (4) 부산 장산 일대 절취사면에서는 사면의 안정성 확보를 위하여 대부분 사면하단부에 옹벽이 설치되어 있으며, 추가적인 옹벽의 안정성을 확보하기 위하여 앵커, 부벽, 콘크리트 버팀대 등이 시공되어 있다. 그리고 절취사면의 안정성을 유지 및 증가시키기 위하여 슛크리트공법, 블록공법, 격자틀공법 및 앵커공법이 시공되어 있다.

Acknowledgement

This research was supported by the Public Welfare & Safety Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Science, ICT & Future Planning (Grant No. 2012M3A2A1050983)

References

1. Chae, B.G., Kim, K.S., Song, Y.S., Lee, C.O., Cho, Y.C., Kim, W.Y. and Choi, Y.S. (2006), Construction of slope management system in urban area (Busan area), Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources (OAA2004019-2006(3)), p.367.
2. Cho, Y.C., Lee, C.O., Chae, B.G. and Kim, K.S. (2004), "Characteristics of cut slopes in Hwangryeong mountain area", Proc. the KSEG Annual Conference 2004, pp.119-125.
3. Hong, W.P. and Song, Y.S. (2002), "Case studies of countermeasures to control landslides in Korea", Proc. KGS National Conference of Slope Stability 2002, pp.1-28.
4. Kim, K.S., Cho, Y.C., Lee, C.O., Chae, B.G., Kim, W.Y. and Choi, Y.S. (2004), "Slope management program development and its application", Proc. the KSEG Annual Conference 2004, pp.111-118.
5. Son, C.M., Lee, S.M., Kim, Y.K., Kim, S.W. and Kim, H.S. (1978), Korean geological map (1:50,000), Explanatory text of the geological map of Dongrae and Weolnae sheet, Korea Research Institute of Geoscience and Mineral Resources, pp.1-27.
6. Song, Y.S., Chae, B.G., Kim, K.S. and Cho, Y.C (2008), "Characteristics of cut slopes distributed in Backyang mountain area, Busan." Jour. Korean Geosynthetics Society, Vol.7, No.2, pp.31-39.