암반비탈면 안정해석 방법 개선

제공처 : 한국도로공사 재난안전처

출처 : 2019년도 고속도로 설계 실무자료집(2020, 한국도로공사)

1. 일반현황

1.1 추진배경

(1) 도로방향이 아닌 암반비탈면 측면방향으로의 유실사례 발생

(2) 안정해석 방법(평사투영해석)의 문제점 및 개선방안 도출

【암반비탈면 측면방향 유실사례】

- ㅇ 일　　시 : 2019.4.28.(일) 12:24, 05.05(일) 18:36
- ㅇ 위　　치 : 청주영덕선 19.6k(청주), 연장 280m, 높이 62m ('07.12 준공)
- ㅇ 피해현황 : 토석유실 280㎥

2. 현황 및 문제점

2.1 암반비탈면 안정해석

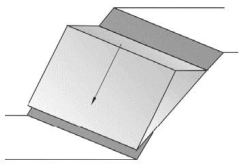
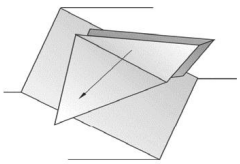
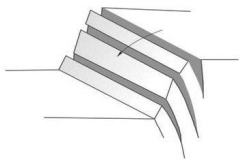
(1) 안정해석 방법

(1.1) 불연속면의 특성(경사, 방향성)을 고려하여 “평사투영해석”

※ 불연속면 : 암반에 나타나는 모든 연약면(절리, 단층 등)

(1.2) 평사투영을 통한 파괴가능성(유형) 결정 및 안정성 분석

(2) 암반비탈면 파괴유형

구분	평면파괴	쐐기파괴	전도파괴
파괴유형			
발생확률*	69%	27%	4%

* 암반특성에 따른 절토사면 구배결정 기준 연구(2000)

(3) 안정해석 시 파괴범위 적용실태

(3.1) 전도파괴 범위는 ±30° 로 적용[설계처-4578(2010.10.8)]하고 있으나

(3.2) 암반비탈면에서 파괴가능성이 높은 형태인 평면파괴 및 쐐기파괴 범위는 ±20° 로 적용하고 있는 실정임.

2.2 문제점

2.2.1 비탈면 측면부 유실사례 검토

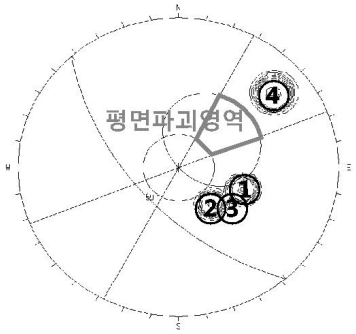
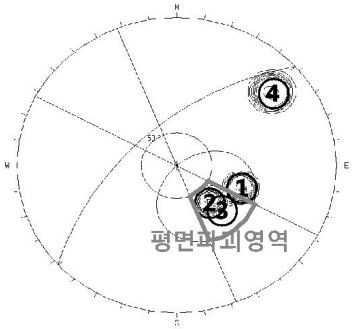
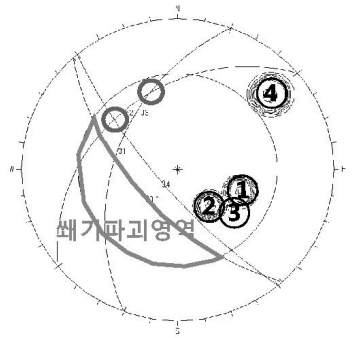
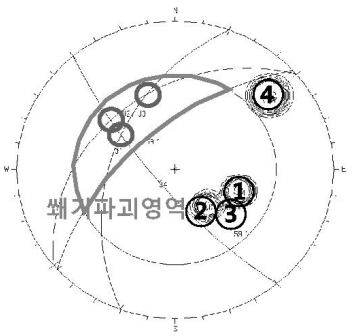
(1) 위치 : 청주영덕선 19.6k(청주방향)



(2) 비탈면 및 불연속면 기하구조(경사/경사방향) 조사

측정지점				
기하구조 (경사/경사방향)	비탈면		59° / 228°	
	불연속면	①	46° / 290°	점토충진
		②	35° / 320°	불연속면(편리)
		③	35° / 320°	불연속면(편리), 탄층협재
		④	75° / 230°	수직절리

(3) 불연속면에 대한 평사투영해석 결과

구분	비탈면 전면부	비탈면 측면부
평면파괴	 **<평면파괴 가능성 없음>** ▸ 불연속면(①~④)이 파괴가능영역 밖에 존재	 **<평면파괴 가능성 있음>** ▸ 불연속면②~③이 파괴가능영역에 존재 ▸ 불연속면 ①은 "±30° 범위"에 있음
쐐기파괴	 **<쐐기파괴 가능성 없음>** ▸ 불연속면의 교선(파란색 원)이 파괴가능 영역 밖에 존재	 **<쐐기파괴 가능성 있음>** ▸ 불연속면의 교선(파란색 원)이 파괴가능 영역에 존재

(4) 검토결과

(4.1) 전면부에 대한 평사투영해석에서는 비탈면 유실이 발생하지 않는 것으로 해석되었으나,

(4.2) 측면부에 대한 평사투영해석에서는 실제 파괴와 동일하게 평면 및 쐐기파괴가 발생하는 것으로 해석됨.

(4.3) 평사투영해석 시 비탈면 "전면부" 뿐만 아니라 "측면부" 등 경사방향이 변하는 곳에 대하여 안정성 검토가 필요함.

2.2.2 비탈면 평면파괴 가능범위에 대한 검토

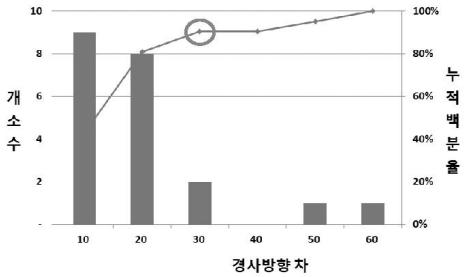
(1) 일반적인 평면파괴 발생 조건

(1.1) 비탈면과 불연속면의 경사방향 차이가 “±20° ”의 범위 이내

(2) 평면파괴 발생 비탈면

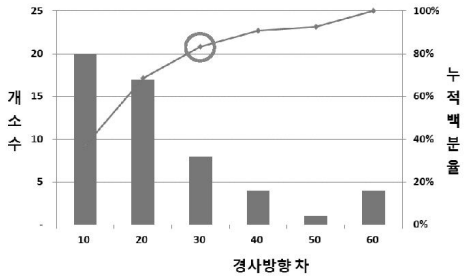
(2.1) 최근 3개년 평면파괴 사례

구 분	비탈면수	비율
전 체	21개소	
경사방향차이 ±20° 이내	17개소	81%
경사방향차이 ±20° 초과	4개소	19%



(2.2) 문헌조사 [고속도로절토사면유지관리시스템개발연구(2004)]

구 분	비탈면수	비율
전 체	61개소	
경사방향차이 ±20° 이내	44개소	72%
경사방향차이 ±20° 초과	17개소	28%



▶ **불연속면내 충전물(점토 등) 협재 시 안정성 취약**

(3) 검토결과

(3.1) 평면파괴 사례 및 문헌조사에서 유실비탈면 중 20%의 비탈면에서 경사방향 차이가 ±20° 범위를 초과한 경우에도 유실이 발생되므로 비탈면 안정성 확보를 해석범위 확대 필요

(3.2) 경사방향차이 ±30° 범위까지 뚜렷한 평면파괴 증가 추세를 보임.

2.2.3 암반비탈면 안정성 해석 방법에 대한 기술자문 결과

(1) 측면부 등 경사방향이 변화하는 구간에 대한 추가적인 검토 필요

(2) 불연속면 측정오차 및 안정성 확보를 위하여 평면파괴 발생조건에 대한 기준

개선 필요

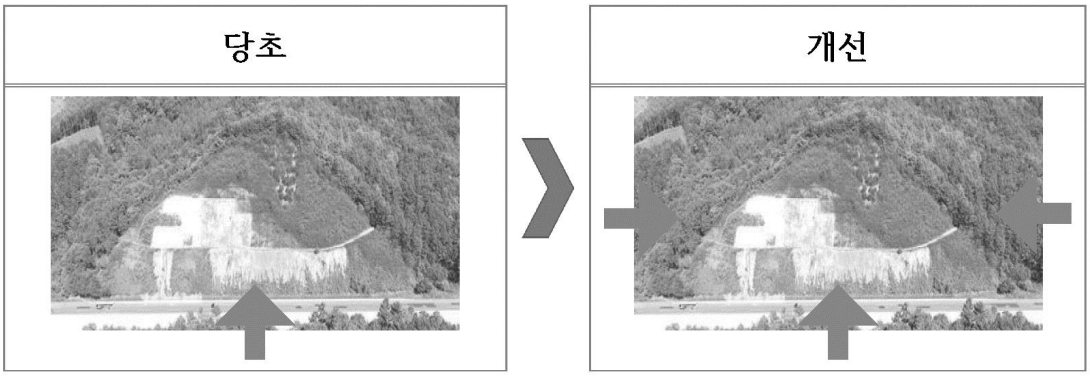
3. 개선내용

3.1 개선방안

(1) 비탈면 경사방향 변화구간에 대한 안정성 추가 검토

(1.1) (당초) 비탈면 전면부에 대해서만 안정성 검토

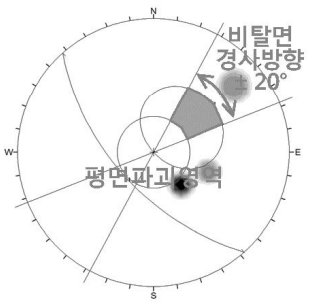
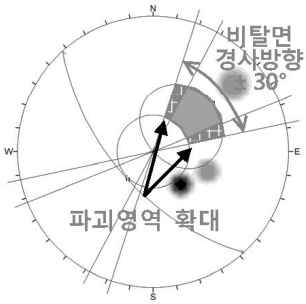
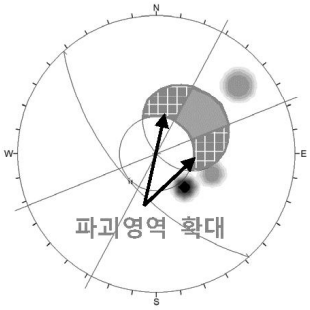
(1.2) (개선) 비탈면 측면부, 곡선부(Ramp) 등 경사방향 변화구간에 대한 안정성 검토 추가



(2) 비탈면 평면파괴 최소화를 위한 파괴가능 해석범위 확대

(2.1) 평면파괴 가능성이 있는 비탈면에 대한 안정성 검토범위 확대를 위하여 파괴가능 해석범위 확대 (경사방향차이 : ±20° ⇒±30°)

(2.2) 불연속면 내에 점토 등 충전물이 있는 경우에는 안정성 해석 범위를 파괴영역 내의 모든 불연속면으로 확대

당 초	개 선	
	일반적인 경우	충전물이 있는 경우
		

4. 결론

4.1 협조사항

(1) 설계 및 건설 부문

(1.1) (설계처) 본 개선(안)에 대한 관련기준 수립

(1.2) (건설처) 시공 중인 노선은 현장여건 등을 고려하여 본 개선(안)에 대한 적용 방안 검토 후 시행

(2) 유지관리 부문

(2.1) 안전점검용역 및 유지관리공사 시 본 개선(안) 적용

(2.2) 점검(성능평가)용역 발주 시 개선내용 과업지시서에 명기

(2.3) 유지관리공사 암반비탈면 안정해석 시 본 개선(안) 적용