

고속라그랑주해석법에 의한 사면안정성평가

명학범, 김별

위대한 수령 김일성동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《앞으로는 반드시 탐사를 기본건설에 앞세워 지질상태를 과학기술적으로 완전히 파악한 다음에 국토건설을 진행하도록 하여야 할것입니다.》(《김일성전집》 제27권 173페이지)

사면의 안정성을 정확히 평가하는것은 수력구조물건설을 비롯한 국토건설사업에서 매우 중요한 사업이다.

고속라그랑주해석법(Fast Lagrangian Analysis of Continua)을 리용하면 소성과괴과정을 비교적 정확히 모형화할수 있다.[1, 2] 그러므로 우리는 고속라그랑주해석법을 리용하여 사면의 안정성을 평가하고 그 정확도를 비쇼프법과 비교하였다.

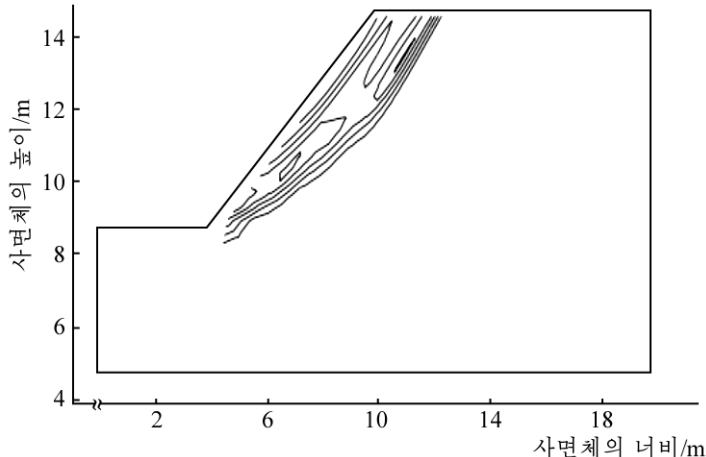
1. 고속라그랑주해석법과 비쇼프법을 리용한 사면의 안정성평가

사면은 높이가 6m인 1 : 1사면이고 사면체를 이루는 토질의 물리력학적성질지수들은 표 1과 같다.

표 1. 사면체를 이루는 토질의 물리력학적성질지수

자름탄성계수/($\times 10^8 \text{Pa}$)	체적탄성계수/($\times 10^8 \text{Pa}$)	밀도/($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)	응집력/Pa	내부마찰각/($^\circ$)
0.3	1	1 500	10 000	30

고속라그랑주해석법으로 결정한 자름변형등값선도는 그림 1과 같다. 여기서 최대자름 변형값은 0.5%이고 등값선사이간격은 0.1%이다. 자름변형이 최대로 되는 점들을 연결하여 파괴면을 결정할수 있다.



자름변형등값선도에 기초하여 결정한 파괴면과 비쇼프법으로 결정한 파괴면은 그림 2와 같다.

그림 2에서 보는바와 같이 비쇼프법으로 결정한 파괴면은 원호이지만 고속라그랑쥬해석법으로 결정한 파괴면은 임의의 곡선으로 나타난다.

고속라그랑쥬해석법을 리용하여 파괴면을 따르는 자름응력과 자름세기를 결정하고 그것을 비쇼프법과 비교하였다.(그림 3, 4)

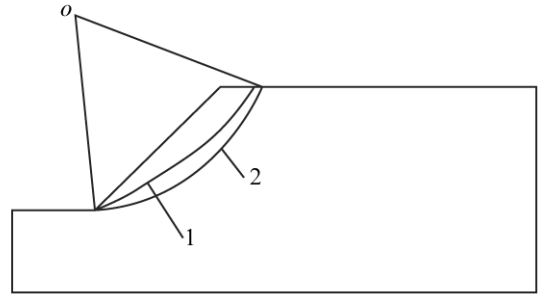


그림 2. 고속라그랑쥬해석법(1)과 비쇼프법(2)으로 결정한 파괴면

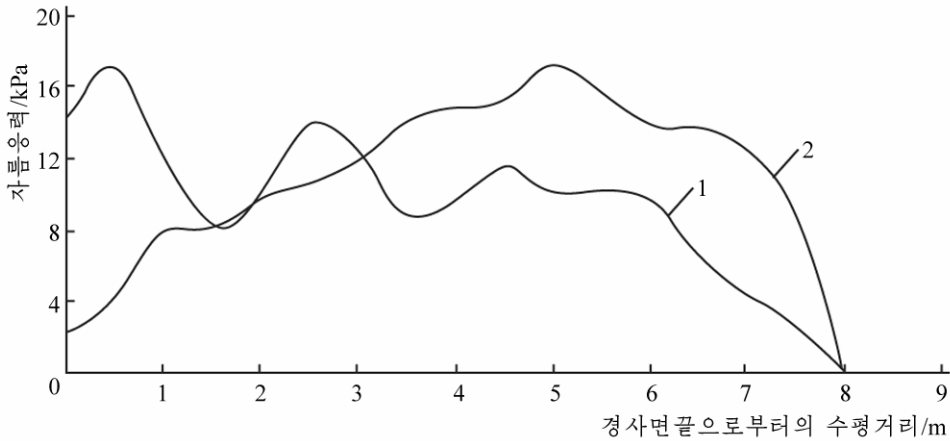


그림 3. 파괴면을 따르는 자름응력
1-고속라그랑쥬해석법, 2-비쇼프법

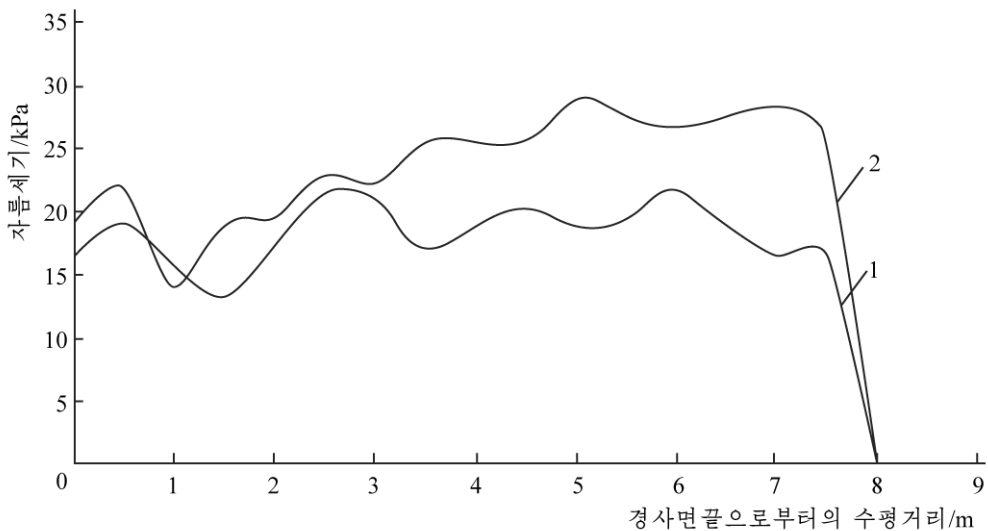


그림 4. 파괴면을 따르는 자름세기의 변화
1-고속라그랑쥬해석법, 2-비쇼프법

그림 3, 4에서 보는바와 같이 고속라그랑주해석법으로 자름응력을 결정해보면 경사면의 밑부분에서 자름응력의 집중이 나타나지만 비쇼프법에서는 경사면의 중간부분에서 자름응력의 집중이 나타난다. 그리고 파괴면을 따르는 자름세기의 변화는 두가지 방법이 거의 같은 경향성을 나타낸다.

파괴면을 따르는 자름응력과 자름세기에 의하여 안정계수를 평가해보면 고속라그랑주해석법인 경우 1.67, 비쇼프법인 경우 1.65이다.

2. 파라미터 $\lambda_{c\phi}$ 에 따르는 안정계수비교

잔브파라미터 $\lambda_{c\phi}$ 는 사면을 이루는 토질의 물리력학적성질지수들과 사면의 높이를 반영하므로 안정성평가에 많이 이용되는 중요한 인자이다.[1]

$$\lambda_{c\phi} = \gamma H \tan \phi / C$$

여기서 γ 는 체적밀도(kN/m^3), H 는 사면의 높이(m), ϕ 는 내부마찰각($^\circ$), C 는 응집력(Pa)이다.

잔브파라미터 $\lambda_{c\phi}$ 에 따르는 안정계수들을 평가해보면 표 2와 같다.

표 2. $\lambda_{c\phi}$ 에 따르는 안정계수변화

No.	구 분	응집력 /Pa	내부마찰각 /($^\circ$)	밀도 /($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$)	자름탄성계수 /($\times 10^8 \text{Pa}$)	체적탄성계수 /($\times 10^8 \text{Pa}$)	1 : 1사면		1 : 1.5사면	
							안정 계수	오차	안정 계수	오차
1	FLAC	10 000	28	2 000	1.0	2.0	1.40	0.02	1.770	0.010
	비쇼프법	10 000	28	2 000	—	—	1.38		1.760	
2	FLAC	20 000	18	1 900	0.1	0.2	1.71	0.02	2.040	0.015
	비쇼프법	20 000	18	1 900	—	—	1.73		2.025	
3	FLAC	6 500	37	2 000	1.5	3.0	1.46	0.01	1.900	0.020
	비쇼프법	6 500	37	2 000	—	—	1.45		1.88	

표 2에서 보는바와 같이 고속라그랑주해석법과 비쇼프법으로 결정한 안정계수는 2% 정도 차이난다.

맺 는 말

고속라그랑주해석법을 리용하여 사면의 안정성을 평가할수 있다.

고속라그랑주해석법을 리용하면 자름탄성계수와 체적탄성계수들도 고려하여 자름변형값을 계산하므로 사면의 안정성을 보다 정확히 모의평가할수 있다.

참 고 문 헌

[1] G. L. Sivakumar Babu et al.; Slope Stability Engineering, 1, 249, 1999.

[2] Wang Shuhong et al.; Disaster Advances, 7, 5, 76, 2014.

주체105(2016)년 2월 5일 원고접수

Evaluation of Slope Stability by using the Fast Lagrangian Analysis of Continua

Myong Hak Bom, Kim Pyol

We can estimate the slope stability by using FLAC.

In FALC, the slope stability can be estimated accurately because of calculation of shear strain by considering the shear modulus and bulk modulus.

Key words: FALC, slope