

안정해석을 통한 공동 일체식 옹벽의 최적높이 평가

배 우 석

청주대학교 이공대학 토목환경공학과
(2008. 12. 30. 접수 / 2009. 3. 21. 채택)

Evaluation on Optimal Height of the Bin Wall using Stability Analysis

Woo-Seok Bae

Department of Civil and Environmental Engineering, Cheongju University
(Received December 30, 2008 / Accepted March 21, 2009)

Abstract : Structures to support against slop failures or resist earth pressure like masonry retaining walls or retaining walls have continued to advance and evolve to new eco-friendly, easy-to-construct, crib retaining walls with varied forms and construction methods, meeting the needs of the times. Researches until now, however, have focused on the analyses of site displacement or stability of the whole site including structures like retaining walls, and thus, researches on rational design or method for stability analysis are lacking. Therefore, this study was conducted on a number of stability analyses, such as the visual power line or stability on sliding, being presented for bin walls, which enable vegetation to grow and were developed and applied in varied forms, meeting the development demands for eco-friendly retaining wall structures. This study compared the results of stability analyses, determined their feasibility, and evaluated their stability according to the height and façade slope of retaining walls. According to the results of this study, traditional masonry retaining wall analysis showed rather conservative stability evaluation results in the stability evaluation of bin walls, and the method using the visual power line seems to be objective because it produced similar results to the stability evaluation method on sliding or turnover.

Key Words : retaining walls, stability analysis, bin wall, visual power line

1. 서론

사면의 붕괴를 지지하거나 토압에 저항하는 가장 일반적인 토류구조물로는 석축이나 옹벽 등을 들 수 있다. 이러한 토류구조물들은 고대도시의 옛 성곽터나 오래된 시가지의 돌담 등에서는 꾸준히 발견되고 있으며, 하천 또는 도로 주변에서 꾸준히 사용되어지고 있다. 이러한 과거의 시공법을 ‘견치 돌공사’라 하여 현재 석축이나 옹벽공법의 근간을 이루고 있다¹⁾.

그러나 오랫동안 지속되어 왔던 고전적인 공법들은 현장의 여건과 시대적 요구에 의해 친환경적이고 시공과정이 간결하며 품질관리가 용이한 새로운 공법들로 발전하고 있으며, 이와 같이 새롭게 제안되고 있는 공법들은 구조적인 안정성을 확보함과 동시에 추가적인 환경비용이 절감됨에 따라 경제적인 측면에서도 부각되고 있는 상황이다.

이러한 공법들 중 식생이 가능한 블록식 공법은 속채움이 가능한 적절한 크기의 단위 블록을 공장에서 생산하고 현장에서 조립하여 하단으로부터 연속적으로 축조함으로써 중력식 옹벽체와 같은 구조물을 축조하는 공법으로 단위 블록체들이 상호 결합될 수 있도록 결합기를 제작하고 돌출된 결합기에 의해 Interlocking 효과를 나타냄으로써 구조물의 외적 안정이 이루어질 수 있도록 제안되고 있다.

특히 공동 일체식 옹벽과 유사한 구조물에 관한 연구로 김상규²⁾는 견치돌의 맞물림과 콘크리트의 강도를 고려하여 석축의 안정해석을 수행하였으며, 김시년 등³⁾은 rockery 설계방법을 통하여 석축표준도의 안정성을 검토하였다. 또한 김후택 등⁴⁾은 보강된 석축에 대한 안정해석을 수행하여 설계도표를 제시하였으며, 천병식 등⁵⁾은 보강 앵커 제거 시 석축의 거동을 분석하고 석축을 강도정수가 큰 비탈의 일부로 간주하여 활동에 안정하도록 설계하는 것이 합리적이며 안정검토도 사면의 안정해석기법을 적용할 것을 주장하였고 오병환 등⁶⁾은 환경적요

소와 구조적요소를 고려한 새로운 블록식 옹벽을 개발하고 최적의 해석방안을 제시하기 위하여 1:0.5 기울기에 대한 안정해석을 수행하였다. 배우석 등⁷⁾은 단보결합식 옹벽의 거동을 파악하기 위하여 실내모형시험을 실시하고 변위와 토압분포를 검증한 바 있다. 박무중 등⁸⁾은 2차원수리해석모형을 이용하여 석축호안의 유실을 평가하였다.

공동 일체식 옹벽은 맞물림(Interlocking)과 자중에 의해 안정을 유지하게 되나 R.C옹벽과 같이 구체적인 설계방법이 정립되어 있지 않고 구체에 작용하고 있는 자중과 토압의 합력선의 위치에 의해 안정을 검토하는 방법이 사용되고 있다⁹⁾. 또한 지금까지의 연구는 석축을 포함한 지반전체에 대한 변위나 안정성 분석이 주를 이루고 있어 합리적인 설계나 안정해석 방법에 대한 연구는 미진한 상황이다.

따라서 본 연구에서는 환경친화적인 옹벽구조물의 개발 필요성에 따라 최근 다양한 형태로 적용되고 있는 식생이 가능한 공동 일체식 옹벽을 대상으로 현재까지 제안되고 있는 여러 가지 안정해석법을 통하여 그 해석결과를 비교함으로써 그 적용성을 평가하고 다양한 경사로 시공된 공동 일체식 옹벽에 대한 검토를 통하여 옹벽구조물의 높이와 전면의 구배의 변화에 따른 안정성을 평가하였다.

2. 공동 일체식 옹벽의 안정해석

2.1. 공동 일체식 옹벽공법

최근 우수한 시공장비 및 토목용 신소재의 활용 증대와 함께 구조형식이나 사용재료, 축조방식에 있어 다양한 신 옹벽공법들이 개발되고 있는데, 현재까지 개발된 신 옹벽공법을 구분하여 보면 보강토 공법과 같은 배면토 보강식, 앵커지지의 패널식, 그리고 기성 콘크리트 블록체를 단순 조립하는 조립식 옹벽으로 대분할 수 있다. 이러한 조립식 옹벽공법은 옹벽체 전체가 일련의 괴상블럭으로 축조되는 단순 블록 공법과 중간에 상자형 공간을 형성하여 토사 및 쇄석 등을 충전하여 중력식옹벽체를 형성하는 속채움식 공법으로 나눌 수 있다.

속채움식 공법은 기성체의 콘크리트 단보를 격자 형태로 결합하여 속채움 공간을 조성하는 “단보결합식 옹벽”(Crib Wall)과 속채움 공간을 단위 블록체의 일부가 되도록 제작하는 “공동 일체식 옹벽”(Bin wall)으로 구분된다.

본 연구에서는 속채움이 가능한 기성 단위 블록체를 하단부터 상단으로 연속적으로 적재하여 중력

식 옹벽체를 구축하는 “공동 일체식 옹벽”을 대상으로 안정해석을 수행하였다.

2.2. 석축의 안정해석방법(방법 1)

고전적인 석축의 안정해석방법은 석축의 구체 전체를 일체로 보고, 전도 또는 활동이 일어나지 않기 위해 시력선(示力線, visual power line, V.P.L)이 석축벽두께의 중앙 3분권(Middle third)이내에 들도록 설계하는 방법이다. 여기서 시력선이란 석축의 임의의 높이에 있어서 자중과 토압의 합력이 나타내는 선을 의미한다.

$$X_m = X_{m_1} + X_{m_2} = H \cot \theta_o + \frac{b \operatorname{cosec} \theta_o}{6} (m) \quad (1)$$

$$X_h = \frac{K_A \gamma}{6 \gamma_b b \operatorname{cosec} \theta_o} H^2 + \left[\frac{K_A q \frac{\sin \theta'}{\sin(\theta' + \beta)}}{2 \gamma_b b \operatorname{cosec} \theta_o} + \frac{\cot \theta_o}{2} \right] H \quad (2)$$

여기서, X_m 은 구체정부 중심을 지나는 연직면에서 중앙3분권 전단점까지의 길이이며, X_h 는 구체정부중심을 지나는 연직면에서 시력선까지의 길이이다. 또한 θ 는 석축의 경사각이며 β 는 지표의 경사각($^\circ$)을 나타낸다.

해석결과 $X_h \leq X_m$ 인 경우 벽체의 중심부가 벽체 하부 내에 존재하게 되므로 전도에 대해 안정하다고 볼 수 있다. 만일 안정조건을 만족하지 못할 경우에는 석재의 크기 및 뒷채움 콘크리트의 두께를 증가시키는 방법이나 구체의 경사를 줄이는 방안을 검토할 수 있다.

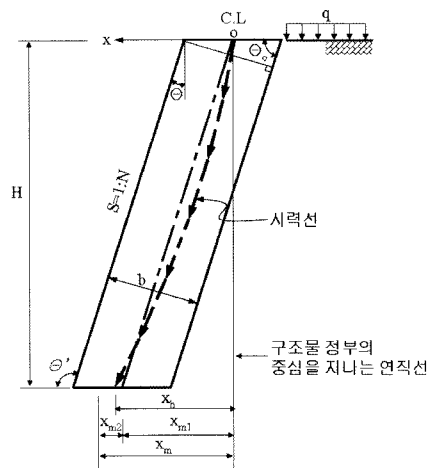


Fig. 1. Schematic diagram of method 1.

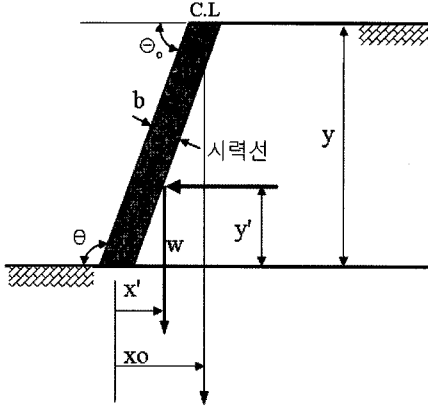


Fig. 2. Schematic diagram of method 2.

2.3. 면압옹벽의 안정해석방법(방법 2)

면압옹벽이란 고전적인 견치돌공사를 응용한 공법으로 개개의 블록 중량과 그 블록에 작용하는 토압합력의 작용점이 블록의 저면 내에 수용될 수 있도록 블록의 구배를 결정하는 설계방법이다.

블록체의 자중을 W 라 하면

$$W = \gamma_{comb} b y \sqrt{1 + \cot^2 \theta_o} \quad (3)$$

여기서, 비례적으로 $X' : Y' = P_a : W$ 이므로 미지수인 X' 에 대해 정리하면

$$X' = \frac{K_a \left(\frac{qy}{2} + \frac{\gamma y^2}{6} \right)}{\gamma_{comb} b (\sqrt{1 + \cot^2 \theta_o})} \quad (4)$$

따라서 토압합력의 작용점이 수용되는 블록의 저면 길이는

$$X_o = \frac{K_a \left(\frac{qy}{2} + \frac{\gamma y^2}{6} \right)}{\gamma_{comb} b (\sqrt{1 + \cot^2 \theta_o})} + \frac{y \cot \theta_o}{2} \quad (5)$$

와 같으며 y 에 임의의 값을 주어 y 에 대한 방정식을 통해 X_o 의 값을 구할 수 있다.

2.4. Allan Block의 안정해석방법(방법 3)

Allan block 사에서는 Mortarless Technology의 일환으로 다양한 종류의 블록을 사용하고 있으며 안정적인 설계를 위하여 Allan Block 옹벽에 대한 Manual을 제시하고 있다¹⁰⁾.

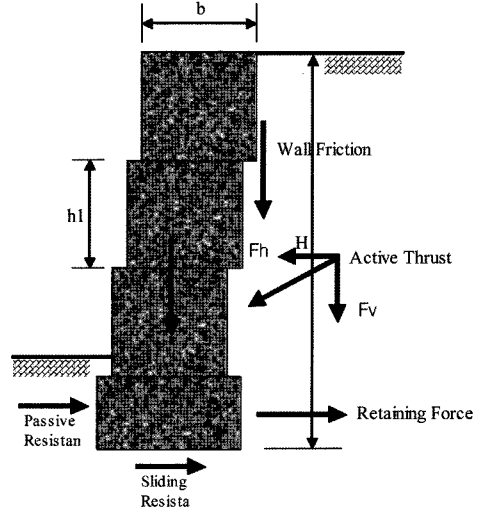


Fig. 3. Schematic diagram of method 3.

벽체에 작용하는 토압은 Coulomb의 방법을 제안하고 있으며, 옹벽체는 마찰저항과 함께 벽체의 자중에 의해 저항하게 되며 활동에 대한 최대의 마찰저항력은 마찰계수에 의한 총 수직력의 합에 의해 산정할 수 있다.

$$F_r = V_i \times C_f = (W_f + F_v) \times \tan \phi \quad (6)$$

따라서 활동에 대한 안전율은

$$FS_{sliding} = \frac{F_r}{F_h} \quad (7)$$

이며, 전도를 발생시키는 모멘트의 크기는

$$M_o = F_h \times y = F_h \times 0.333 \times H \quad (8)$$

또한, 전단에 저항하는 모멘트의 크기는

$$M_r = W_f \cdot (X_1 + 0.5 \cdot H \cdot \tan(90 - \beta)) + F_v \cdot (X_2 + 0.333 \cdot H \cdot \tan(90 - \beta)) \quad (9)$$

따라서 전단에 대한 안전율은 다음과 같다.

$$FS_{overturning} = \frac{M_r}{M_o} \quad (10)$$

2.5. 공동 일체식 옹벽의 안정해석

공동 일체식 옹벽 높이와 전면 구배의 관계와 응

Table 1. Parameters used in stability analysis

안정해석법	벽체 및 배면부의 상태					
	구배	이격거리 (cm)	벽체의 높이 (m)	기초의 제원 (cm)	뒤채움토의 상태	
					γ (t/m^3)	ϕ ($^\circ$)
방법 1 석축의 안정해석법	직립(90°)	0	0.5~5.0	폭: 90 높이: 40	1.9	30
	73°(1:0.3)	16				
	63°(1:0.5)	26				
	51°(1:0.8)	40				
방법 2 면압옹벽 안정해석법	직립(90°)	0	0.5~5.0	폭: 90 높이: 40	1.9	30
	73°(1:0.3)	16				
	63°(1:0.5)	26				
	51°(1:0.8)	40				
방법 3 Allan Block법	직립(90°)	0	0.5~5.0	폭: 90 높이: 40	1.9	30
	73°(1:0.3)	16				
	63°(1:0.5)	26				
	51°(1:0.8)	40				

벽의 한계고를 정성적으로 평가하기 위해 3가지 방법을 이용하여 안정성을 상호 비교하였으며, 적재구배는 대상 구조물에서 시공이 가능한 90, 73, 63, 51° 4가지 경사로 결정하였다. 또한 벽체의 한계고 산정을 위하여 1단에서 10단까지의 높이에 대해 수행하였으며, 대상 구조물의 기초공은 폭 90cm, 높이 40cm인 것으로 가정하여 산정하였다.

공동 일체식 옹벽을 구성하는 단위 블록체는 1000×650×500mm(L×b×h)의 제원을 가지고 있는 일반적인 속채움형 블록을 사용하였다. 또한, 뒤채움지반은 안정측의 평가를 위하여 내부마찰각을 30°로 결정하였으며, 뒤채움부의 다짐도를 밀실한 것으로 가정하여 1.9t/m³으로 적용하였다. Table 1은 안정해석을 수행하기 위해 필요한 블록체와 배면부의 제원 등 상세내역을 나타내고 있다.

3. 안정해석 결과

3.1. 석축의 안정해석결과(방법 1)

고전적인 석축의 안정해석법을 통해 시력선의 위치를 평가한 결과, Fig. 4와 같이 벽체가 직립인 경우 석축의 특성 상 안정성을 확보하지 못하는 것으로 평가되었으며, 73°의 경사를 갖는 경우에는 3단을 쌓을 때까지만 시력선이 석축벽 두께의 중앙 3분권 내에 존재하여 안정한 것으로 나타났다.

벽체의 경사가 63°로 완만해지는 경우 벽체 정부 중심에서 중앙 3분권 전단점까지의 길이가 길어짐에 따라 안정성이 커지며 5단까지는 안정한 것으로

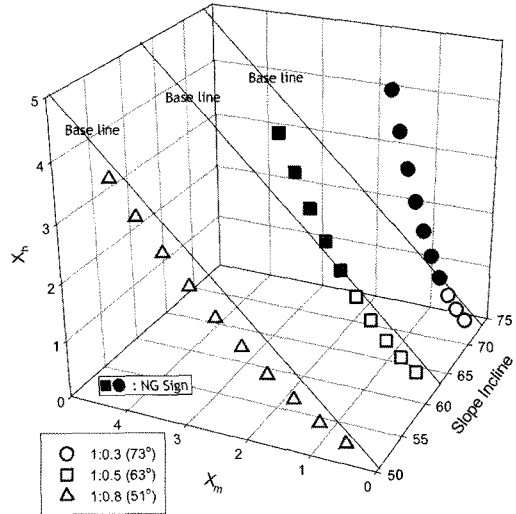


Fig. 4. Relation of slope incline and height.

나타났다. 경사가 51°로 각 블록에서 40cm 정도로 이격거리가 커지는 경우 안정성이 매우 큰 증가 경향을 보여 9단까지 안정성을 확보하고 있음을 알 수 있다.

Fig. 4와 같이 옹벽·전면부의 경사가 73°인 경우에는 3단에서 63°의 경우에는 5단에서 시력선이 기준선 내에 위치하여 안정성을 확보하는 것으로 나타났다으며 51°를 초과하는 경우에는 충분히 안정성을 확보하는 것으로 분석되었다.

3.2. 면압옹벽의 안정해석결과(방법 2)

석축과 유사한 안정해석 방법인 면압옹벽(콘크리트 블록쌓기 옹벽)에 대한 안정성 평가 결과 직립인 경우 3단의 블록체를 쌓아 올린 경우까지는 시력선이 벽체의 안쪽에 위치하여 전도의 우려가 없으나 그 이상의 쌓기는 불가능한 것으로 나타났다.

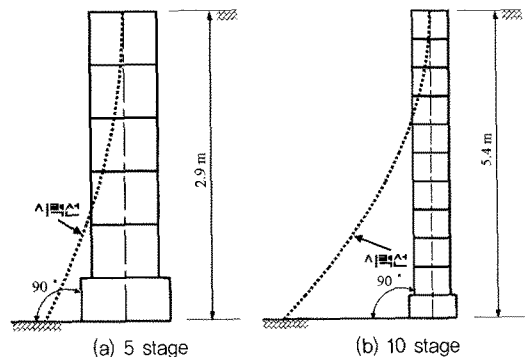


Fig. 5. Shapes of visual power line using method 2(case 90°).

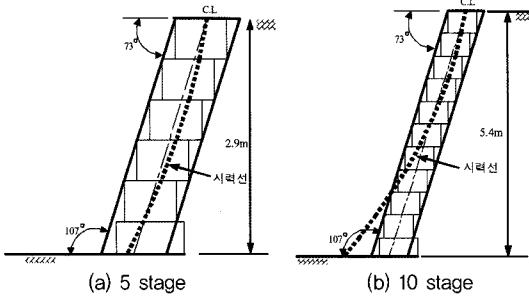


Fig. 6. Shapes of visual power line using method 2(73°(1:0.3)).

이러한 경향은 Fig. 5에 나타난 바와 같이 시력선이 상부로부터 3번째 블록을 경과하며 벽체의 바깥쪽을 향하고 있는 것을 통하여 알 수 있다. Fig. 6은 10단 블록의 적재에 따른 시력선의 변화를 보여주고 있다. 73°구배의 경우 6단 이후 자중과 토압 합력의 위치인 시력선이 최하부 바다부의 2/3 지점을 넘어서고 있어 전도의 위험성이 나타나고 있는 것으로 평가되었다.

Fig. 7은 63° 구배 시 안정해석 결과로 경사의 완화에 따라 시력선의 분포가 벽체의 안쪽을 향하고 있어 안정성이 증가되고 있으며 9단 축조 시까지 시력선이 구조물의 내부에 존재하여 안정측의 결과를 나타내고 있음을 알 수 있다.

석축의 안정해석법과 같이 구배가 51°인 경우 배면부의 용지면적이 과대해지고 배면토의 다짐관리

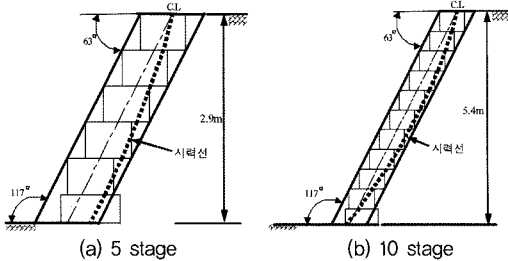


Fig. 7. Shapes of visual power line using method 2(63°(1:0.5)).

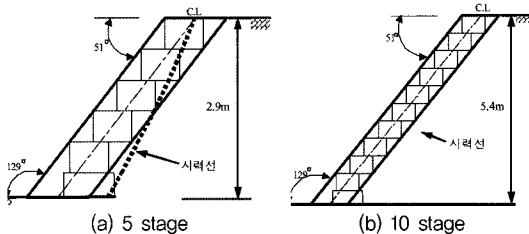


Fig. 8. Shapes of visual power line using method 2(51°(1:0.8)).

가 중요해지는 경향이 있으나 안정성은 확보되고 있음을 Fig. 8을 통하여 알 수 있다.

이상의 결과와 같이 벽체의 구배가 증가됨에 따라 안정성이 확보되고 있음을 알 수 있다.

3.3. Allan Block의 안정해석결과(방법 3)

3.3.1. 직립 구배의 안정평가

(1) 활동에 대한 안정평가

90°의 직립벽체에 대한 안정평가 결과 블록의 적재에 따라 주동토압이 증가하며 활동을 발생시키는 수평 분력이 증가하여 3단 적재 이후 기준안전율 1.5를 만족시키지 못하는 것으로 나타났다.

73°구배의 경우 벽체의 경사가 증가함에 따라 주동토압계수가 감소하여 주동토압이 감소되는 이론식을 제안하고 있어 직립에 비해 2배 정도의 안정성 증가를 보여주며 6단까지 기준 안전율을 만족시키고 있는 것으로 나타났다.

63°의 경우 활동을 발생시키는 수평분력의 크기가 기울기가 증가함에 따라 좀 더 감소하여 전체적인 안전율이 증가되고 있으며 8단 적재 시까지 기준안전율을 만족시키는 것으로 평가되었다. 51°의 경사로 구배가 증가하는 경우 10단 적재 시에도 기준안전율을 만족시키는 것으로 나타났다.

(2) 전도에 대한 안정평가

전도에 대한 저항력도 3단 적재 이후 기준안전율 2.0을 만족시키지 못하고 있는 것을 알 수 있으며, 다만 적재 시 전도에 대한 대비책이 필요한 것으로 나타났다.

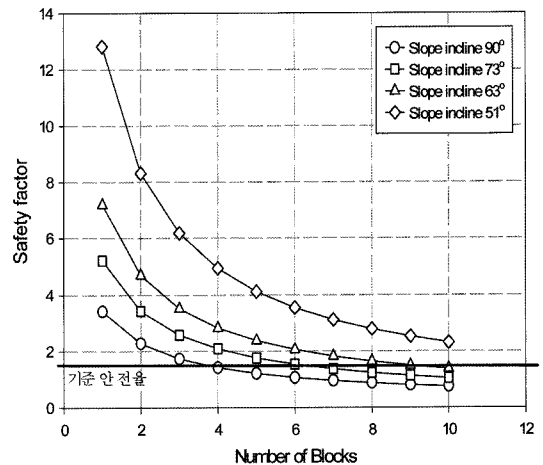


Fig. 9. Variation of slope stability safety factor with incline.

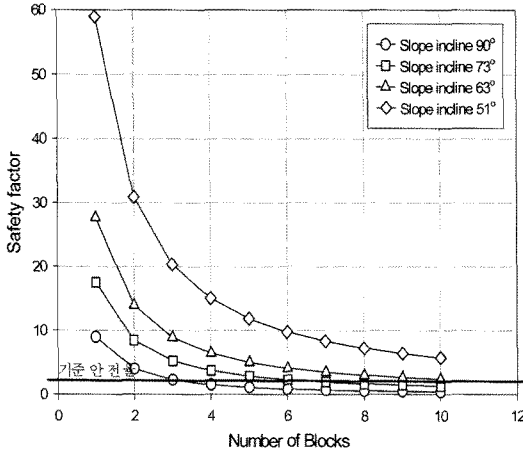


Fig. 10. Variation of overturning stability safety factor with incline.

경사각의 증가에 따라 블록의 자중에 의한 저항 모멘트의 증가로 인해 안전율이 증가하여 활동과 같이 6단까지 기준안전율을 만족시키는 것으로 평가되었다. 63° 구배에서는 10단까지도 기준안전율을 만족시키고 있는 것으로 나타났다. 경사가 완만해짐에 따라 안정성은 전도를 일으키는 수평분력의 감소와 저항모멘트의 증가가 주된 원인인 것으로 판단된다.

51° 구배에서는 활동에 대한 안정성 평가 결과와 마찬가지로 전도에 대한 안전율도 기준안전율을 크게 상회하는 것으로 나타났다.

3.4. 안정해석결과와 비교

본 연구의 대상구조물과 같은 블록식 옹벽의 경우 합리적인 안정해석 방법이 확립되어 있지 않으므로 현재까지 제안되어 있는 다양한 해석방법에

Table 3. Analyses results of 73° (1:0.3) slope

H	단수	방법1 석축해석법	방법2 면압옹벽해석법	방법3 Allan Block법	
				활동	전도
0.5	1	'OK'	'OK'	'OK'	'OK'
1.0	2	'OK'	'OK'	'OK'	'OK'
1.5	3	'OK'	'OK'	'OK'	'OK'
2.0	4	'NG'	'OK'	'OK'	'OK'
2.5	5	'NG'	'OK'	'OK'	'OK'
3.0	6	'NG'	'NG'	'NG'	'OK'
3.5	7	'NG'	'NG'	'NG'	NG
4.0	8	'NG'	'NG'	'NG'	NG
4.5	9	'NG'	'NG'	'NG'	NG
5.0	10	'NG'	'NG'	'NG'	NG

의해 경사와 블록의 높이에 따른 안정성을 평가하고 비교하였다.

안전해석을 수행한 결과 Table 2~5에 보이는 바와 같이 각각의 방법에 따라 상이한 결과를 보이는 것으로 나타났다. 단, 앞서 밝힌 바와 같이 안정해석 결과는 대상지반의 강도특성이나 배면토의 다짐도 등 여러 설계 조건을 안정측으로 가정하여 수행되었으므로 현장의 상황에 따라 다소간의 변화가 발생할 수 있다.

직립의 구배를 가진 경우 방법 1은 1단까지만 허용하는 것으로 나타났으며 방법 2와 3의 경우 모두 3단까지 적재를 허용하는 것으로 평가되었다. 73°의 경사로 적재되는 경우(이격거리 16cm) 석축안정 평가 결과로는 3단까지, 방법2와 3의 경우에는 5단까지 안정성을 확보하는 것으로 나타났다.

63°의 경사로 시공되는 경우에도(이격거리 26cm) 방법 1의 경우 5단까지 허용하는데 반해 방법2와

Table 2. Analyses results of 90° slope

H	단수	방법1	방법2	방법3	
				활동	전도
0.5	1	'OK'	'OK'	'OK'	'OK'
1.0	2	-	'OK'	'OK'	'OK'
1.5	3	-	'OK'	'OK'	'OK'
2.0	4	-	'NG'	NG	NG
2.5	5	-	'NG'	NG	NG
3.0	6	-	'NG'	NG	NG
3.5	7	-	'NG'	NG	NG
4.0	8	-	'NG'	NG	NG
4.5	9	-	'NG'	NG	NG
5.0	10	-	'NG'	NG	NG

Table 4. Analyses results of 63° (1:0.5) slope

H	단수	방법1 석축해석법	방법2 면압옹벽해석법	방법3 Allan Block법	
				활동	전도
0.5	1	'OK'	'OK'	'OK'	'OK'
1.0	2	'OK'	'OK'	'OK'	'OK'
1.5	3	'OK'	'OK'	'OK'	'OK'
2.0	4	'OK'	'OK'	'OK'	'OK'
2.5	5	'OK'	'OK'	'OK'	'OK'
3.0	6	'NG'	'OK'	'OK'	'OK'
3.5	7	'NG'	'OK'	'OK'	'OK'
4.0	8	'NG'	'OK'	'OK'	'OK'
4.5	9	'NG'	'OK'	NG	'OK'
5.0	10	'NG'	'NG'	NG	'OK'

Table 5. Analyses results of 51° (1:0.8) slope

H	단수	방법1 석축해석법	방법2 면압옹벽해석법	방법3 Allan Block법	
				활동	전도
0.5	1	'OK'	'OK'	'OK'	'OK'
1.0	2	'OK'	'OK'	'OK'	'OK'
1.5	3	'OK'	'OK'	'OK'	'OK'
2.0	4	'OK'	'OK'	'OK'	'OK'
2.5	5	'OK'	'OK'	'OK'	'OK'
3.0	6	'OK'	'OK'	'OK'	'OK'
3.5	7	'OK'	'OK'	'OK'	'OK'
4.0	8	'OK'	'OK'	'OK'	'OK'
4.5	9	'OK'	'OK'	'OK'	'OK'
5.0	10	'OK'	'OK'	'OK'	'OK'

3은 각각 9단과 8단까지의 적재를 허용하므로 해석방법에 따른 차이를 알 수 있다.

51°의 경사를 지나는 경우(이격거리 40cm)에는 10단까지 안정성을 확보하고 있으나 블록의 뒷부분이 대부분 배면토에 위치하게 되므로 뒤채움부의 다짐성고가 매우 중요하게 작용하게 된다. 또한, 경사가 급한 경우와 달리 배면부의 용지가 크게 필요하게 되므로 이에 대한 검토도 충분히 수행되어야 할 것으로 판단된다.

4. 결론

공동일체식옹벽을 대상으로 시력선을 이용한 해석법을 통하여 전체적인 안정성을 평가한 결과는 다음과 같다.

1) 고전적인 석축의 안정해석법에 의한 안정평가 결과 벽체가 직립인 경우에는 석축의 특성 상 안정성을 확보하지 못하는 것으로 평가되었으며, 73°의 경사를 갖는 경우에는 3단, 벽체의 경사가 63°인 경우에는 5단, 경사가 51°인 경우에는 9단까지 석축벽 두께의 중앙 3분권 내에 시력선이 존재하여 안정성을 확보하는 것으로 분석되었다.

2) 면압옹벽에 대한 안정해석법에 의한 평가결과 직립 벽체인 경우 3단, 73°구배의 경우 5단, 63°에서는 9단 이후에 자중과 토압 합력의 위치인 시력선이 최하부 바닥부의 2/3 지점을 넘어서고 있어 전도의 위험성이 잔존하지만 51°의 경우는 10단까지도 안정성을 확보하고 있는 것으로 해석되었다.

3) 활동과 전단에 대한 안정성평가를 기초로 한 Allan Block의 안정해석결과 직립에서는 3단, 각도가 완만해짐에 따라 6단, 8단 이후에 활동에 대해 안정성을 확보하지 못하는 것으로 나타났으며 전도에 대해서는 직립인 경우 3단, 각도가 완만해짐에 따라 6단, 10단에서 안정성을 확보하고 있는 것으로 나타나 활동에 비해서는 안정성이 크게 산출되었다.

4) 해석결과 고전적인 석축의 안정해석방법이 다른 해석법에 비해 다소 보수적인 안정평가결과를 보이고 있으며, 시력선을 이용한 방법이 전반적으로 중력식옹벽의 평가 결과와 유사한 값을 나타내고 있어 공동일체식 옹벽의 해석방법으로 객관성을 가질 수 있을 것으로 판단된다.

참고문헌

- 1) 장효원, 주성문, “토질·기초구조물 설계와 예해”, 탐구문화사, pp. 63~66, 2002.
- 2) 김상규, “원호활동법에 의한 석축의 안정해석”, 대한토목학회논문집, 제22권, 제1호, pp. 83~97, 1974.
- 3) 김시년, 양우식, 백영식, Rockery 설계방법에 의한 석축의 안정성 검토, 대한토질공학회지, 제5권, 제2호, pp. 5~17, 1989.
- 4) 김홍택, 장인규, “보강석축의 안정해석 및 설계”, 대한토목학회 논문집, 제12권, 제2호, pp. 239~253, 1992.
- 5) 천병식, 여유현, 김경민, “석축구조물 및 배면지반의 안정성 검토사례연구”, 한국구조물진단학회, 제5권, 제1호, pp. 149~160, 2001.
- 6) 오병환, 조인호, 이영생, 이근희, “식생블록옹벽의 구조적 안전성 해석과 보강설계기법 연구”, 한국구조물진단학회, 제7권, 제1호, pp. 207~215, 2003.
- 7) 배우석, 오세욱, 권영철, “Crib Wall의 토압분포”, 한국지반환경공학회논문집, 제7권, 제5호, pp. 31~39, 2006.
- 8) 박무중, 최성욱, 백천우, “석축호안 보호공의 적정성 평가에 대한 연구”, 한국방재학회논문집, 제8권, 제5호, pp. 111~117, 2008.
- 9) 탐구문화사 편집부, “토압을 받는 구조물의 설계와 시공”, 탐구문화사, pp. 174~177, 2002.
- 10) www.allanblock.com, AB Engineering Manual