

## Crib Wall의 토압분포

### The Earth Pressure Distribution of Crib Wall

오세욱\* · 권영철\*\* · 배우석†

Oh, Sewook\* · Kwon, Youngcheul\*\* · Bae, Wooseok†

#### Abstract

Crib wall is one of the segmental grid retaining walls using headers and stretchers to establish the framework of the wall. In this method, grids formed by the intersection of headers and stretchers are generally filled with the gravel to maintain the weight of the wall. Therefore, the construction can be carried out with higher speed and much economically when compared with the concrete retaining wall. Furthermore, it has high drain capacity, and environmentally friendly aspects also have been pointed out because the possibility of the planting at the front of the wall. However, in the crib wall method, the relative movement between the individual headers and stretchers was generally recognized, and stress redistribution in the gravel filling was also observed when subjected to the external loading and self-weight of filling. Therefore, it has been thought that the distribution of the earth pressure in the crib wall system differ from that of the concrete retaining wall. In this study, the surcharge tests using the scaled model crib wall was carried out to observe the distribution of the earth pressure in the segmental grid retaining wall. The earth pressure was measured in the six specified height of wall, and the distribution of the pressure was analyzed. Furthermore, the earth pressure by computation or by the test using the concrete retaining wall was also considered to make comparison.

**Keywords** : Crib wall, Earth pressure, Stretcher, Stress redistribution

#### 요 지

Crib wall은 헤더와 스트레처를 사용하여 옹벽의 골조를 축조하는 격자형 조립식 옹벽공법의 일종이다. 이 공법에서는 부재의 교차에 의해 생긴 격자 안에 자갈로 채움을 실시하여 옹벽의 중력을 유지하게 된다. 따라서 일반 옹벽에 비해 시공속도가 빠르며 경제적이다. 더불어, 옹벽의 배수 능력이 뛰어나며, 전면에 식생이 가능하다는 점을 들어 환경친화적인 장점도 강조되어 왔다. 그러나 Crib wall 시스템에서는 개별 부재 사이의 상대적인 움직임이 허용하며 채움재의 자중이나 외부하중에 의해 채움재에 응력 재분포가 발생한다. 이 때문에 콘크리트 옹벽과 같은 일체식 옹벽과는 토압의 분포에 있어 차이가 있다는 사실이 인식되어 왔다. 따라서 본 연구에서는 Crib wall의 토압특성을 관찰하기 위하여 축소된 모형을 이용한 재하시험을 실시하였다. 토압 특성은 6개의 특정한 높이에서 계측되었으며 이를 이용하여 위치별 토압의 분포 형태를 예측하였다. 시험결과는 기존의 이론식 및 일체식 옹벽과 비교되었으며 차이점에 대해 고찰하였다.

**주요어** : 크립 월, 토압, 스트레처, 응력재분배

\* 정회원, 영재이엔씨(주) 이사

\*\* 정회원, 일본항만공학기술연구소 지반구조부 토질연구실 연구원

† 정회원, 청주대학교 이공대학 토목환경공학과 전임강사(wsbae@cju.ac.kr)

# 1. 서론

일반적으로 옹벽은 토압에 저항하는 구조물로 절토면 등의 안정성을 부여하기 위하여 사용되고 있다. 우리나라의 경우 좁은 국토의 효과적인 이용에 대한 필요성 때문에 다양한 종류의 옹벽이 지속적으로 사용되어지고 있는 현실이다

그러나, 기존의 중력식 옹벽이나 철근 콘크리트 옹벽은 강우시의 배수 불량으로 인한 침투압의 증가로 옹벽의 안정성의 저하와 부등침하의 가능성이 있다. 또한 보강토 옹벽의 경우 보강재의 정착을 위해서 기타의 옹벽에 비해 많은 공간을 필요로 하며, 보강재의 연화로 인한 파괴 또는 지진 등의 수평력에 쉽게 붕괴되는 문제점을 가지고 있다.

반면에, header와 stretcher라고 불리는 부재를 조립하여 만들어진 격자 안에 채움재를 조성하고 뒤채움을 하는 형식의 Crib wall은 시공속도가 빠르며 공학적으로 안정된 뒤채움 시스템을 형성하여 경제적으로 유리할 뿐만 아니라 옹벽전면으로 배수가 용이하며 덩굴이나 관목을 쉽게 식생 할 수 있어 환경 친화적인 면을 가지고 있다(Bullen et. al., 1992).

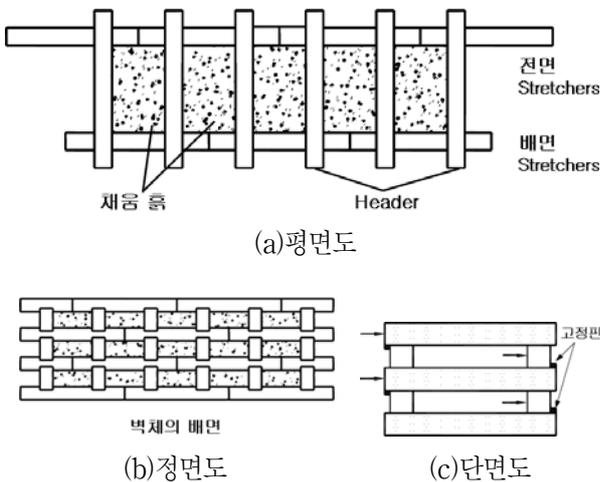


그림 1. Crib wall의 구조도

Crib wall은 마찰이외의 다른 접착성분 없이 각각의 독립된 부재들로 축조한다. 옹벽개체의 구성은 header와 stretcher로 불리는 두 개의 주요 부재로 나누어져 있다. header는 옹벽의 전면에서 후면으로 설치하며

stretcher와는 직각으로 축조된다. stretcher는 토압의 작용을 고려하는 격자망의 전면과 배면에 위치하게 되며 header위의 얇은 흙 위에 놓여진다. 3차원으로 형성된 격자 안에는 옹벽체에 중량을 추가하는 조립재로 채워지며, 사면경사로 축조되어 저항 모멘트를 증가시키게 된다. 격자망 채움과 뒤채움재로는 조립재를 사용하여 양호한 배수가 이루어져 강우시의 수압증가에 의한 피해를 줄일 수 있게 된다(Brandl, 1982).

이러한 Crib wall에 대한 연구로는 Brandl(1982)이 벽체의 유연효과와 하중재분배에 대한 연구를 수행하여 Coulomb 토압이 실제 거동과 가장 근접하며, 국부 변형 또는 부재파괴 의미에서의 파괴를 거론하였다. 또한 Brandl(1982)은 뒤채움을 옹벽의 축조단계별로 하는 경우와 축조가 완성된 이후에 일시적으로 하는 경우에 옹벽의 변형에 차이를 보이며, Crib wall의 변형특성이나 벽마찰각은 옹벽 배면의 총면적과 부재면적을 제외한 순수한 흙이 차지하는 면적간의 비에 관계한다는 것을 제시하였다.

Bullen 등(1996)은 Crib wall의 초기 파괴는 극한전도파괴 이전에 과도한 변형에 의해 발생한다는 것과 뒤채움재의 내부마찰각의 적용에 있어 rear stretcher(이하 RS)의 유·무에 따라 달라질 수 있음을 제시였다. 또한 Crib wall에 작용하는 벽마찰각을 내부마찰각의 2/3으로 설계하였을 경우에 옹벽 설계높이에 대한 변화에 대해 연구하였으며 이를 통해 합리적인 적용방법에 대해 제안하였다.

Tohda(1998)는 Crib wall에 발생하는 변위양상이 흙과 옹벽 사이의 상호작용으로 인하여 기존의 일체식 옹벽과 상당히 다르다는 것과 옹벽의 구조 및 배면 지반의 형식, 채움재에 따른 옹벽의 거동특성에 대해 연구하였고, 20m 높이의 옹벽 부재의 거동이 상하부에서 매우 다른 거동양상을 보이는 것과 부재의 변형 특성에 대해 연구하였다.

김두준 등(2002)은 Brandl의 시험결과를 토대로 Crib wall 부재와 내부 채움재의 수치해석적 모델을 제시하였다. 류기정 등(2003)은 벽체의 중단부 이상에서는 주동토압 상태를 보이나 하단에서는 주동토압보다 큰 토압이 나타남을 제시하고 저감방안을 제안하였다. 또한 조용성 등(2003)은 기존 강성벽체의 문제점을 해결하기

위한 연성벽체를 제안하고 변위의 양상을 비교하였다.

또한 김진만 등(2004)은 시험시공을 통하여 블록형 보강토 옹벽에 대해 연성 토류벽체와 같은 사다리꼴 토압 분포를 제시하였으며, 정우철 등(2005)은 연성벽체의 적용이 토압의 저감에 효과가 있음을 실험과 수치해석을 통하여 검증하였다.

그러나 현재 국내에서는 Crib wall에 대한 거동이나 파괴특성, 토압의 형태에 관한 지속적인 연구가 미흡한 실정이다. 또한 현재까지 Crib wall의 설계는 고전적인 토질역학 이론에 바탕을 두고 있는 현실이다. 이러한 이론들은 근본적으로 옹벽이 강성체로 작용하는 것으로 가정한 Rankine과 Coulomb에 의한 것이다. 그러나 Crib wall은 개별적 부재가 축조되어 생성된 3차원 격자로 구성되어 있어 단일체로 정의할 수 없으며 개별적인 부재 사이에 상대적인 거동을 허용하여 외부나 채움 하중에 대해 응력 재분배를 이루어 거동에 있어서 일체식 옹벽과는 차이를 보인다.

따라서 본 연구에서는 Crib wall의 토압 특성을 고찰하기 위하여 모형실험을 통해 옹벽경사(직립, 1:0.25)에 따른 상대적인 토압 분포 형태를 측정하여 옹벽체에 부담되는 위치별 토압 특성과 기존의 이론식과의 적합성을 검토하고 기존의 일체식 옹벽과 상호 토압을 비교하였다. 또한 Crib wall의 상부하중 전달의 역할을 수행하는 RS의 유·무에 따른 토압 특성을 측정하여 벽체와 배면 채움재간의 하중-토압 특성을 규명하고자 한다.

## 2. 실험장치 및 실험방법

Crib wall의 단계별 상재 하중에 따른 토압 특성을 관찰하기 위하여 본 연구에서는 강재로 제작한 모형 토조를 이용하여 매개변수별 Crib wall과 일체식 옹벽의 상재하중에 따른 위치별 토압분포를 측정하였다.

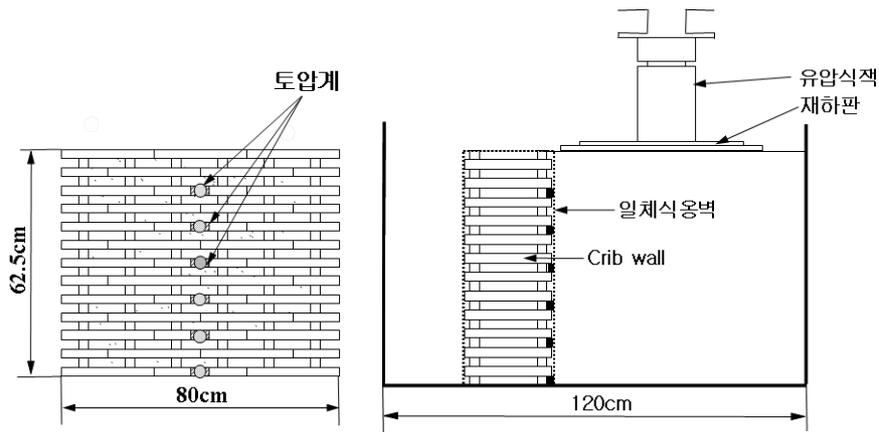
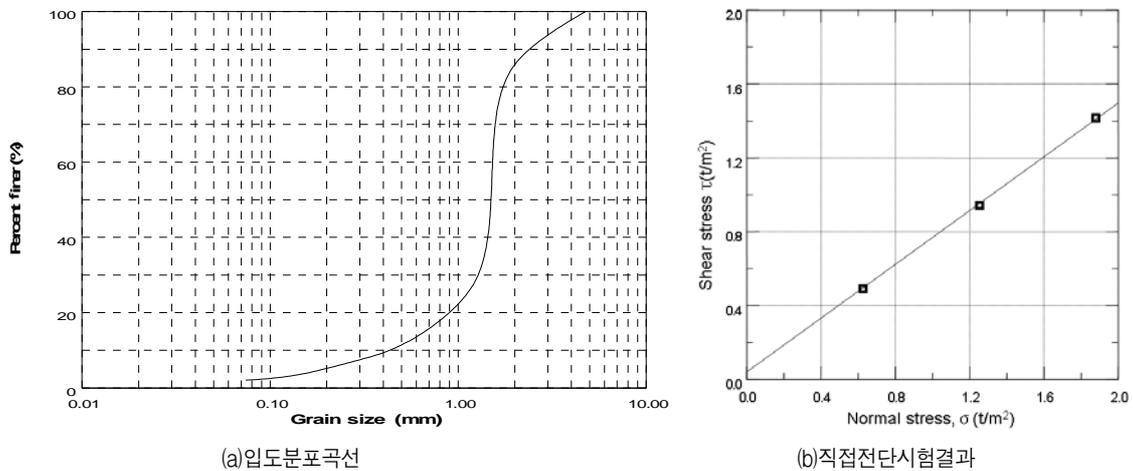


그림 2. 모형실험장치



(a) 입도분포곡선

(b) 직접전단시험결과

그림 3. 뒤채움재의 물리·역학적 특성

## 2.1 실험장치

본 실험은 모형토조와 조립식 격자 옹벽체, 일체식 옹벽체 그리고 하중재하장치, 압력계와 토압분포를 측정하기 위한 6개의 토압계, 재하관 그리고 계측기로부터 정보를 취득하는 data logger로 구성되어 있다.

모형토조는 강재를 이용하여 1200mm×1200mm×900mm의 크기로 전면은 계측기 설치나 시공의 편이를 위하여 개폐되도록 제작하였다. 토조 측면은 벽마찰력을 최소화하기 위하여 그리스를 일정한 두께로 도포한 아크릴판을 부착하였다. Crib wall을 모사하기 위하여 25mm×25mm, 14mm×14mm의 강재로 된 각관으로 stretcher는 전·후면 모두를 263mm, 132mm로 header는 140mm로 제작하였다. 또한 실제 조립식 옹벽과 같은 엇물림 효과를 주기 위해 header에 나사못을 사용하여 돌기를 설치하였다. 일체식 옹벽은 중력식 옹벽의 개념을 가지므로 Crib wall과 채움재로 이루어진 옹벽의 자중을 고려하여 변형이 거의 발생하지 않는 15mm 두께의 합판으로 제작된 옹벽 틀 안에 쇄석을 이용하여 중량을 동일하게 하는 방법으로 모사하였다.

하중재하 시 지중에 작용하는 토압의 변화는 직경 25mm, 높이 10mm, 최대용량이 98.1kPa(1kgf/cm<sup>2</sup>)인 토압계를 사용하여 옹벽의 깊이 방향으로 115mm, 215mm, 315mm, 415mm, 515mm, 615mm의 높이에 설치하였다.

하중의 재하는 최대 하중 용량 50 tf의 유압식 잭을 사용하여 편심의 영향을 최소화하며 하중이 균등하게 가해질 수 있도록 640mm×800mm×20mm의 재하관을 사용하고 하중재하에 따른 반력을 받는 역할을 할 수 있도록 200mm×200mm의 H-Beam을 토조 상단에 장착하였다.

## 2.2 적용시료의 공학적 특성

본 실험에서는 공기 건조된 모래를 뒤채움재로 사용하였다. 실험 결과 시료는 빈 입도의 균질 모래로 2.66의 비중과 16.7, 12.7kN/m<sup>3</sup>(1.7, 1.3t/m<sup>3</sup>)의 최대·최소 밀도를 기록하였으며 직접전단시험 결과 내부마찰각은 35°로 나타났다.

Crib wall의 옹벽체는 입자가 큰 조립식 재료로 채워진 개방 셀(cell)의 시스템으로 구성된다. 즉, 축조 시 header와 stretcher 사이에 공간이 형성되며 이 공간에 채움재를 채우게 되는데 자체적인 배수효과를 크게 하고 배면토압에 저항하기 위해 자중이 고려되는 조립질의 재료를 사용한다. 따라서 본 연구에서도 지름 19mm이하의 쇄석을 사용하였으며 실험결과 채움재의 내부마찰각은 44°, 단위중량은 17kN/m<sup>3</sup>(1.73t/m<sup>3</sup>)인 것으로 나타났다.

## 2.3 실험 방법

본 연구는 상재하중에 따른 토압분포를 관찰하기 위해 Crib wall과 일체식 옹벽에 대하여 옹벽의 경사를 직립과 1:0.25에 대해 실험하였으며 Crib wall의 경우 RS의 유·무에 따른 토압의 변화를 비교하였다.

Crib wall은 직사각형 강재 각관을 이용하여 stretcher와 header를 제작한 후 stretcher를 1단 쌓고 그 위에 header를 직각방향으로 올려 형성된 공간에 쇄석 채움재를 채워 넣게 되며 설치되는 부재 중 깊이 방향으로 61.5, 51.5, 41.5, 31.5, 21.5, 11.5cm에 해당되는 stretcher에 토압계를 지표면과 수직이 되도록 부착하였다. 부재가 설치된 뒤채움 지반은 일정한 밀도를 유지하기 위해 5cm 간격으로 다짐도 85%가 되도록 일정한 에너지를 이용하여 다층다짐을 실시하였다.

일체식 옹벽은 변형을 방지할 수 있는 두께 15mm의 합판을 이용하여 Crib wall과 동일한 크기로 제작하였으며 옹벽 틀 안에 골재를 채워 넣어 Crib wall과 동일한 자중이 되도록 조정하였다. 토압계의 부착은 조립식 옹벽과 동일한 위치에 토압계의 지름에 해당되는 홈을

표 1. 실험 내역 상세

실험번호	옹벽경사	Rear stretcher 설치여부	옹벽형식
CR1-RC	직립	○	Crib wall
CR1-NC	직립	×	
CR4-RC	1:0.25	○	
CR4-NC	1:0.25	×	
RE1	직립	-	일체식옹벽
RE4	1:0.25	-	

이용하여 고정되도록 하였다. 토압계가 부착된 모형 옹벽체의 설치 후에는 일정한 다짐에너지로 뒤채움을 하였으며 정리된 뒤채움면 위에 하중 재하 장치를 설치하였다.

재하시험은 일정한 속도를 유지하며 250kgf씩 재하하였으며 토압분포 양상의 비교를 위하여 파괴가 유발되는 일정하중까지 재하한 후 변화되는 토압의 크기를 계측하였다.

### 3. 실험결과 및 분석

Crib wall은 일체식 옹벽과는 달리 물리적으로 결속되어 있지 않아 인장저항력이 없어 개별격자의 변위를 허용하게 되므로 최대수평압력의 작용점에서 벌짐과괴가 발생하는 등 그 거동이 동일하지 않다(김두준, 2002). 따라서 본 연구에서는 이러한 Crib wall의 토압 특성의 변화를 구명하기 위하여 옹벽의 경사의 변화(직립, 1:0.25), RS(rear stretcher)의 유·무에 따라 축조직 후와 재하하중의 단계별 토압을 벽체 배면 방향으로 부착한 6개의 토압계를 이용하여 측정하였다. 이를 통해 일체식 옹벽과 Crib wall의 각 매개변수별 토압분포 양상을 비교·분석을 하였다.

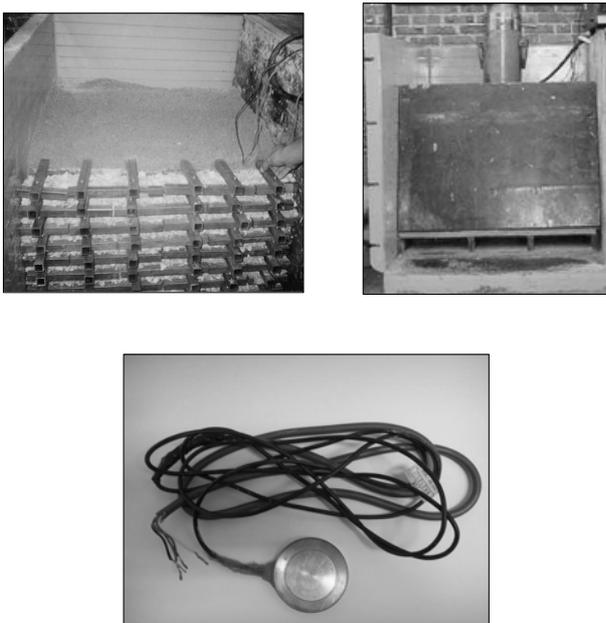


그림 4. Crib wall과 일체식 옹벽의 설치전경과 사용된 토압계

### 3.1 축조 직후의 수평토압

일체식 옹벽과 Crib wall에 대한 모형실험 결과와 Coulomb와 Dubrova와 같은 고전적인 토압이론에 의한 토압의 변화를 비교하였다. 분석 결과 일체식 옹벽의 경우 그림 5의 RE1과 RE4에 나타난 것과 같이 일정심도 이하에서 토압이 감소하는 완만한 포물선 형태로 coulomb 토압의 범위 내에서 변화를 보이고 있으며, 수평토압의 최대작용점은 옹벽 수직높이의 약 H/3 지점에서 나타나고 있다. 여기서 H는 뒤채움면을 기준으로 한 상부로부터의 심도이다.

반면에 Crib wall의 경우 상부에서는 정지토압과 근접하는 양상을 보이다 심도가 깊어짐에 따라 토압의 증가가 감소된 이후에 또다시 선형적으로 토압이 증가되는 양상을 나타내고 있다. 이러한 경향은 옹벽 경사가 큰 경우에 다소 두드러지고 있으나 벽체의 경사나 RS의 설치 유·무에 크게 관계없이 실선으로 표시된 CR실험들은 옹벽 상부에서 토압이 증가한 후 중간부분에서 감소하다 다시 증가하는 Dubrova의 토압 분포와 유사한 경향을 보이는 것으로 나타났다. 이러한 경향은 옹벽의 설치 시 자체의 변위를 허용하므로 상대적으로 부재와 채움재의 상호작용에 의해 구속이 큰 하부와 다짐에 의한 영향을 크게 받지 않는 상부에 비해 중간부의 토압이 감소하게 되는 것으로 판단된다.

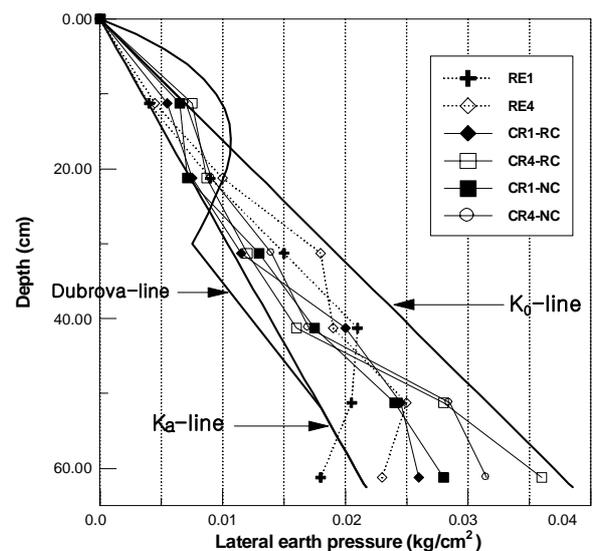


그림 5. 축조 직후의 토압분포

### 3.2 경사에 따른 옹벽의 토압분포

Crib wall의 토압분포는 실선으로 표시된 CR1에서 보여지는 직립 경사의 경우 재하 초기에 선형적으로 증가하고 있으나 상재하중의 증가에 따라 심도 0.34H와 0.82H의 지점에서 토압의 증가가 뚜렷하게 나타나고 있으며 하중의 크기와 비례하여 증가하는 경향을 보이고 있다.

이러한 양상은 CR4와 같은 1:0.25 경사에서 두드러지며 더욱 큰 증가율을 보이고 있다. 또한, 0.66H 지점에서의 토압의 감소현상은 경사에 관계없이 감소되어 Brandl이 연성벽체의 거동 특성으로 제안한 벌짐(bulging)현상에 의해 변형이 지속적으로 증가된 결과로 판단된다.

일체식 옹벽에서는 그림 7과 같이 하중 단계별 토압의 분포양상은 경사도에 관계없이 축조 직후 심도에 따라 유사한 양상을 보이고 있으나, 상재하중에 따른 토압의 변화양상이 경사옹벽에서 심도에 따라 약 45%까지도 증가하는 경향을 보이고 있다. 이러한 현상은 옹벽이 일정 하중 하에서 급격하게 변위를 발생시키는데 그 원인이 있는 것으로 판단된다. 실험결과 토압은 심도 0.34H~0.66H 부분에서 최대치를 보이고 있으며 0.66H 아래의 심도에서는 토압 증가가 감소되는 현상을 확인할 수 있다.

### 3.3 옹벽의 토압변화 비교

Crib wall과 일체식 옹벽의 축조 직후와 하중의 증가에 따른 옹벽 경사별 토압분포를 비교한 결과, 그림 8

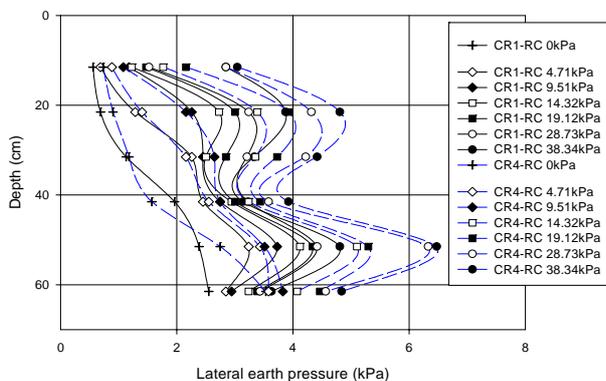


그림 6. Crib wall의 상재하중에 따른 토압분포 변화

과 같이 축조 직후의 토압분포는 옹벽의 종류와 경사에 관계없이 심도 0.82H까지는 유사한 토압분포를 보이고 있으나 0.82H부터 기초면까지는 Crib wall의 토압증가가 일체식 옹벽에 비해 뚜렷하게 나타났다.

일체식 옹벽은 축조초기에는 Crib wall과 유사한 토압분포형태를 보이고 있으나 최대토압이 경사옹벽인 경우 직립에 비해 약 60%가량 증가하는 것으로 나타났다.

이에 반해 Crib wall은 0.34H~0.66H지점에서 토압이 감소하는 경향을 보이며 최대 토압의 발생위치가 일체식에 비해 더 하부에 존재하는 것으로 나타났다. 또한 하중이 증가할수록 0.34H와 0.82H 지점에서의 토압 증가가 두드러지고 경사옹벽이 직립에 비해 최대토압은 약 50% 가까이 더 큰 것으로 평가되었다.

이와 같이 Crib wall은 작용하중이 증가함에 따라 부재와 채움재 사이에서 재배열과 옹벽의 재분배가 발생하여 변형이 지속적으로 증가하며 부재에 작용하는 압력이 감소되는 현상을 나타내는 것으로 판단된다.

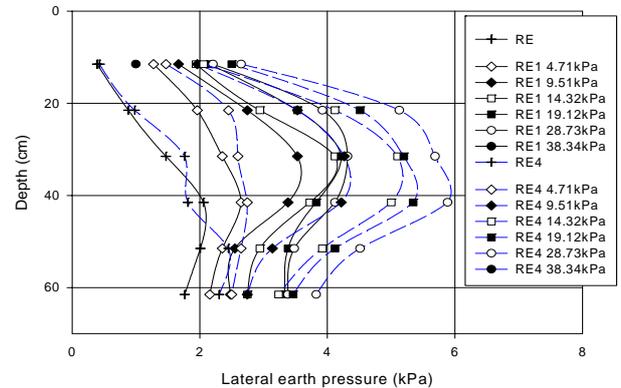


그림 7. 일체식옹벽의 상재하중에 따른 토압분포 변화

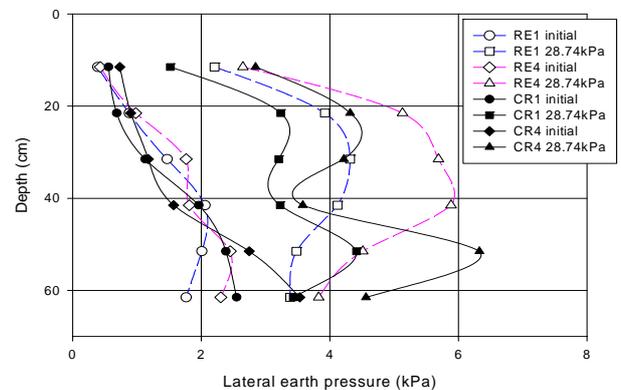


그림 8. Crib wall과 일체식 옹벽의 비교

### 3.4 Rear stretcher 유·무에 따른 토압분포

그림 9와 같이 직립 옹벽의 경우에는 상부하중을 전달하는 역할을 수행하는 RS의 유·무에 관계없이 재하 직후에는 거의 유사한 값을 나타내고 있으며 하중 단계에 따른 토압의 증가가 미소함을 알 수 있다.

또한 하중강도가 커짐에 따라 증가되는 토압은 0.66H 지점까지도 매우 유사한 양상을 보이고 있다. 그러나 RS가 없는 경우 0.4~0.7H 사이의 토압 경감효과가 RS가 있는 경우보다 두드러지며 옹벽체 하부(0.82H)에서의 토압 증가는 동일 하중 하에서 RS를 설치한 경우에 약 10% 정도 큰 값을 나타내고 있음을 알 수 있다.

그림 10과 같이 1:0.25 경사의 Crib wall은 재하초기의 경향은 직립인 경우와 거의 유사하나 0.19H 부근의 하중 증가에 따른 토압변화는 직립에 비해 더 커지는

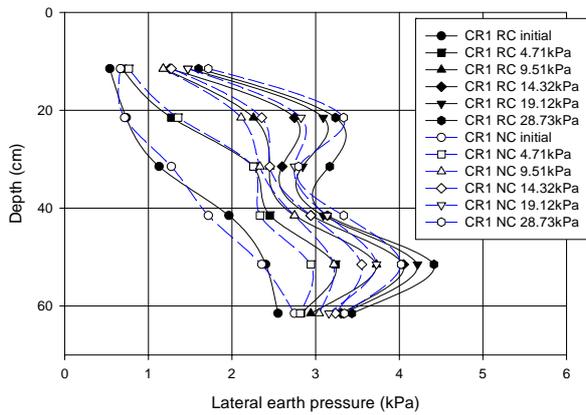


그림 9. Rear stretcher의 설치에 따른 토압의 변화(직립)

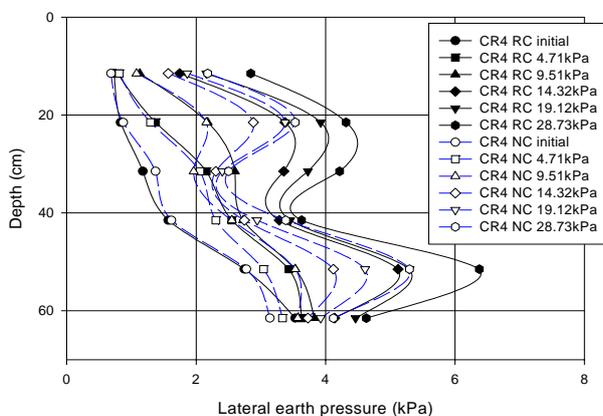


그림 10. Rear stretcher의 설치에 따른 토압의 변화(1:0.25)

양상을 보이고 있다. 또한 0.5H부근에서 토압의 감소 경향이 직립보다 뚜렷하게 나타나고 있으며 이러한 경향은 RS가 없는 경우에 더욱 두드러지고 있다.

그림 11에 보이는 바와 같이 직립인 경우(CR1-RC, NC) RS 부재의 설치 여부에 따른 토압의 변화가 10% 내외로 크지 않은 것으로 나타났으나 경사옹벽의 경우(CR4- RC, NC)에는 동일한 위치에서의 수평토압이 약 20% 이상의 차이를 보이며 직립에 비해 RS(rear stretcher) 부재에 더욱 민감한 것을 알 수 있다.

최대토압은 RS가 설치된 경우 경사옹벽이 직립에 비해 약 45%의 증가를 보이며, RS가 없는 경우에는 약 30%의 증가 경향을 보이고 있어 옹벽체의 경사도에 따라 최대토압이 영향을 받고 있다는 것을 알 수 있다.

Crib wall의 토압분포 형상은 재하 시 부재가 독립된 거동을 보이거나 상호 종속되어 거동함으로서 발생하는 변형 특성으로 인해 옹벽 상·하부가 서로 다른 거동을 보이고 있다. 이와 같이 Crib wall에 작용하는 수평 토압은 각 부재와 채움재 사이의 복합적인 상호 거동에 의해 기존의 토압이론과는 상이한 형태를 나타내고 있음을 알 수 있다.

## 4. 결론

Crib wall의 토압 특성을 구명하기 위해 1200mm×1200mm×900mm의 토조를 이용하여 모형실험을 실시하고 일체식 옹벽과 Crib wall의 토압분포 특성을 분석한 결과는 다음과 같다.

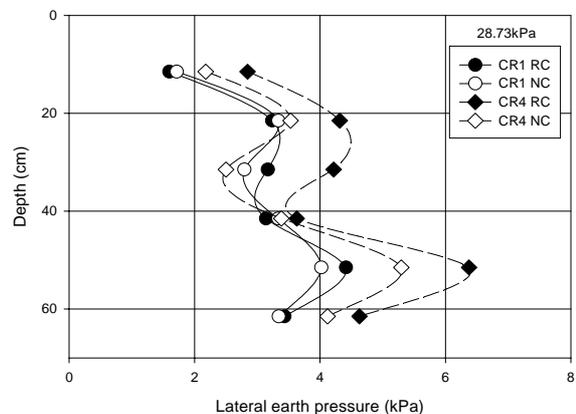


그림 11. 일정 하중 하 심도별 토압의 크기 비교

1. 축조 직후의 토압은 일체식 옹벽의 경우 완만한 포물선 형태로 기존 이론과 유사하나 Crib wall의 경우 상·하부에서 Coulomb의 이론과 근접하는 분포를 보이다 중간부에서는 토압의 증가율이 감소되는 양상으로 옹벽의 경사나 rear stretcher의 설치 유·무에 관계없이 Dubrova의 토압 분포와 유사한 경향을 보이는 것으로 나타났다. 이러한 경향은 옹벽의 설치 시 자체의 변위를 허용하므로 상대적으로 부재와 채움재의 상호작용에 의해 구속이 큰 하부와 다짐에 의한 영향을 크게 받지 않는 상부에 비해 중간부의 토압이 감소하게 되는 것으로 판단된다.
2. 일체식 옹벽의 경우 옹벽 경사에 관계없이 심도  $0.5H \sim 0.66H$ 에서 최대 토압이 발생하며 경사진 옹벽이 직립에 비해 약 60%가량 높은 것으로 나타났다. 반면에 Crib wall은  $0.34H \sim 0.66H$ 지점에서 상부보다 토압이 감소하는 경향을 보이며 최대 토압의

발생위치가  $0.34H$ 와  $0.82H$  부근으로 상부와 하부가 서로 다른 연성벽체의 거동을 보이고 있다.

3. 재하초기의 양상은 RS 설치여부나 경사에 관계없이 유사한 토압분포를 보이고 있으나 하중강도가 증가할수록 RS가 없는 경우 토압의 감소효과가 두드러지며 최대토압 지점에서의 증가율이 RS가 설치된 경우에 비해 미소함을 알 수 있다.
4. Crib wall의 토압분포 형상은 재하 시 부재가 독립된 거동을 하며 상호 종속된 거동을 함으로 이에 따른 변형 특성에 의해 옹벽 상·하부가 서로 다른 거동양상을 보이고 있으며, 기존의 토압이론과는 상이한 형태를 나타내는데 이것은 각 부재와 채움재 사이의 복합적인 상호 거동에 의한 것으로 판단된다.

(접수일 : 2006. 6. 30 심사일 : 2006. 7. 25 심사완료일 : 2006. 8. 31)

## 참 고 문 헌

1. 김두준, 이송(2002), Crib Wall System 변위해석에 관한 연구, *구조물진단학회논문집*, Vol. 6, No. 3, pp. 201~209.
2. 김진만, 이정재, 조삼덕, 백영식(2004), 블록형 보강토 옹벽의 토압 특성 연구, *한국지반공학회 논문집*, Vol. 20, No. 1, pp. 83~90.
3. 류기정, 백영식, 김호비, 김기웅(2003), 압축성재료를 이용한 콘크리트 옹벽의 수평토압 저감방안에 대한 연구, *한국지반환경공학회논문집*, 제 4권, 제 1호, pp. 19~28.
4. 정우철, 이혁진, 나승민, 김홍택(2005), 연성벽체를 이용한 보강토 옹벽 시스템의 거동 특성, *2005년 한국지반환경공학회 학술발표회논문집*, pp. 67~75.
5. 조용성, 김유성(2003), 실내모형실험에 의한 녹화보강토옹벽의 거동분석, *한국지반환경공학회논문집*, 제 4권, 제 1호, pp. 11~17.
6. Brandl, H.(1982), *Raumgitter-Stützmauern*, Bundesministerium für Bauten und Technik Straßenforschung Heft 208, Forschungsauftrag des Bundesministeriums für Bauten und Technik, Austria.
7. Bullen, F., and Boyce, B.(1996), *Design Aspect of Segmental Crib Retaining Walls*, Vol. CE38 No. 1, The Institution of Engineers, Australia.
8. Bullen, F., Boyce, B., and Fidler, C.(1992), *The Design and Performance of Segmental Concrete Crib Retaining Walls*, Queensland University of Technology Research Report 92-9, Physical Infrastructure Centre, Australia, pp. 1~31.
9. Tohda, J., Mitsutake, Y., Nara, T., and Ito, S.(1998), Mechanical Behavior of Crib Retaining Wall, *Centrifuge 98*, Balkema, Rotterdam, pp. 679~684.