

# 자연친화적인 보강토 옹벽의 철판망 gabion 보강재 타당성 분석

정 대 석

중부대학교 토목공학과

(2007년 7월 9일 접수; 2008년 1월 25일 채택)

## A Feasibility Analysis on Steel Net Gabion Reinforcement of Reinforced Earth-retaining Wall

Dae-Seouk Chung

Department of Civil Engineering, Joongbu University, Chungnam 312-702, Korea

(Manuscript received 9 July, 2007; accepted 25 January, 2008)

### Abstract

Steel net gabion is eco-friendly retaining wall structure showing favorable ability to overcome construction and environmental restriction and also to resist corrosion, chemical attack and degradation. This paper is dealt with the applicability of gabion metal net as a substitution of existing strengthening material. Pull out test was carried out to verify the applicability of gabion metal net. According to results, the increase of surcharge loading and horizontal load resulted in a yield of metal net. The stress at the time of yield was in the range of elasticity. Accordingly, gabion metal net can be substituted for existing geogrid and there is a need for experiment and analysis of arrangement direction and durability of gabion steel net.

**Key Words :** Reinforced earth-retaining wall, Steel net gabion, Reinforcement

## 1. 서 론

### 1.1. 연구배경 및 목적

흙은 본질적으로 결속력이 약하여 쉽게 부스러지므로 작은 외력에도 쉽게 변형이 발생한다. 또한 흙은 아무리 잘 다져서 밀도를 증가시킨다 할지라도 흙이 갖고 있는 본래의 강도를 획기적으로 개선한다는 것은 불가능하다. 그러나 흙 속에 연속성을 갖는 판형, 띠형 또는 줄기형의 요소가 수평방향으로 삽입되어 있다면 흙 입자와 수평연속요소의 경계면

에서 마찰력이 발생할 것이며 이 마찰력은 흙 입자의 수평이동을 구속하는 힘으로 작용하게 될 것이다. 부연하면 흙 입자와의 마찰이 탁월하고 강성이 충분히 커서 변형이 작게 발생하는 수평연속요소를 흙 속에 삽입하면 흙의 결속력을 크게 개선할 수 있으며 이는 곧 흙의 전단강도의 개선과 동일한 의미이다. 이와 같이 흙의 전단강도를 개선하는 방법을 보강토공법이라 하며 흙 속에 삽입하는 수평연속요소를 일반적으로 보강재라고 부른다<sup>1~3)</sup>.

보강토 옹벽은 위에서 언급한 보강토의 원리를 이용하여 기존 토류옹벽공 대응으로 응용한 것이다. 즉 보강재 경계면에서의 마찰저항력으로 흙 입

자의 수평방향 이동을 적극 억제하여 근본적으로 토압의 발생을 저감하는 효과를 얻게 된다. 따라서 다층 보강토의 원리를 이용하면 Fig. 1에서와 같이 흙벽체를 구축할 수 있으며, 이 벽체가 곧 토류옹벽 구실을 하게 된다.

gabion 옹벽은 설치 완료 후부터 일체화된 구조물로 고려될 수 있으며 유연성, 투수성 또한 부분적인 보강재 역할의 특성을 갖게된다. 이것은 인장응력 상태와 예측하지 못한 하중의 분산흡수등을 가능케 하는 기능적인 특성을 갖고 있기도 하다. 무엇보다도 20세기초부터 현장에 구축되어진 수많은 전 세계의 gabion 구조물들이 침식에 대한 저항성과 구조적 내구성을 보여줌으로써 설계자 및 시공자의 요구에 부응하고 있다.

이러한 gabion 구조물에 특수아연철로 중복지게 사각형의 벌집구조로 제작하여 망과 망을 연결하여 설치한 후, 내부에 사석을 채워 조립한 철판망 gabion은 옹벽시설 구조물로서 기존의 중력식 옹벽보다 공사비는 절감되고 옹벽과 동일한 효과를 거둘 수 있는 공법이다. 따라서 철판망 gabion의 적용성을 검증하기 위하여 본 연구에서는 기존의 보강토 옹벽에 보강재로 사용하는 지오그리드를 대신하여 보강재를 철판망 gabion으로 대체하여 보강재로서의 철판망 gabion의 적용성을 검증하고자 한다<sup>4~6)</sup>.

1.2. Gabion 옹벽의 이론적 고찰

gabion은 시공조건이나 환경여건에 따라 적응력이 뛰어나고 내부식성, 내화학성으로 내구성이 강한 환경친화적 옹벽구조물이다. gabion 옹벽은 블록 구조형태의 구조물로서 아연도금철판망으로 만든

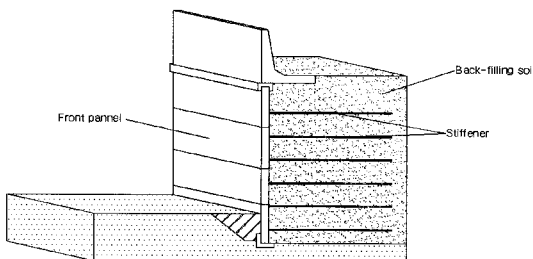


Fig. 1. Principle of reinforced earth-retaining wall.

사각형 상자형태의 부분들로 조합되며, 기계적 특성을 갖춘 적당한 크기의 채움물로 채워져 있다. 또한, 기존의 중력식 옹벽보다 공사비를 절감하면서 기존의 옹벽과 동일한 효과를 거둘 수 있는 공법이다. gabion구조물을 위해서는 적절한 채움재와 적절한 철망이 요구되는데 특히 철망은 다음의 특성을 고려하여 선택되어야 한다.

첫째, 높은 기계적 저항성을 가지고 있는지 둘째, 침식에 강한 재료인지 셋째, 변형성이 탁월한지 넷째, 철망은 쉽게 풀리지는 않는지에 관한 특성을 고려하여 선택하여야 한다. gabion 구조물을 설계할때는 철망의 역할을 고려치 않고 단지 중력식 구조물로 안정계산을 하지만, 철망은 옹벽의 내적 안정에 기여하는 보강재 역할을 담당한다.

2. 재료 및 방법

2.1. 재료

철판망 gabion의 주재료는 Fig. 2와 같은 KSD 7011(아연도금철판)의 SWMGS-5 또는 Fig. 3과 같은 SWMGS-5에 염화비닐을 피복한 철선을 기준으로 사용된다.

아연도금철판선과 염화비닐을 피복한 철선의 주요 규격은 Table 1 및 2와 같고 실험재료의 물성치는

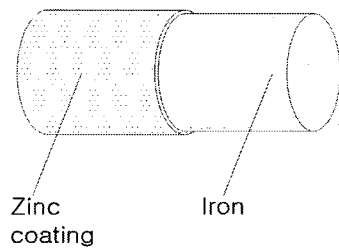


Fig. 2. Structure of zinc iron vessel coating.

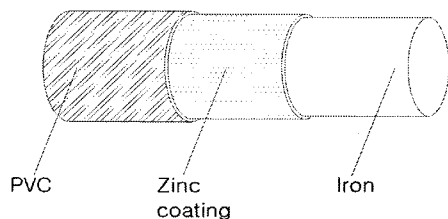


Fig. 3. Structure of iron vessel coating vinyl chloride.

**Table 1.** For line diameter and permission of zinc iron vessel coating

| Line diameter | Application          | Permission (mm) |
|---------------|----------------------|-----------------|
| 2.20          | Combined line        | ±0.07           |
| 2.70          | Main body steel wire | ±0.07           |
| 3.40          | Edge steel wire      | ±0.08           |

**Table 2.** For line diameter and permission of iron vessel coating vinyl chloride

| Line diameter | Application          | Permission (mm) |
|---------------|----------------------|-----------------|
| 3.20          | Combined line        | ±0.08           |
| 3.70          | Main body steel wire | ±0.08           |
| 4.40          | Edge steel wire      | ±0.08           |

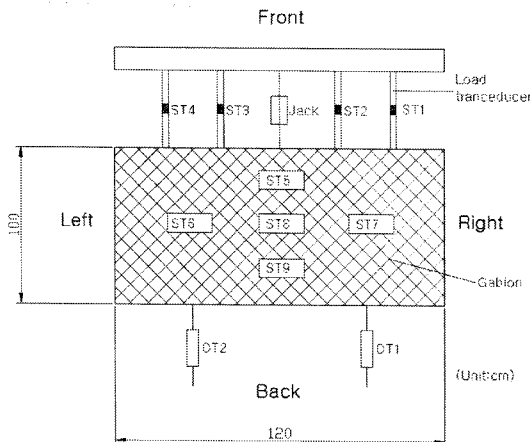
Table 3과 같다.

**2.2. 시험 방법**

보강토 옹벽에서 보강재로 사용된 지오그리드를 철판망 gabion으로 대체하기 위하여 보강재로서의 적용성을 검토하기 위한 인발시험을 실시하고자 한다<sup>7-9)</sup>. 계측을 위한 계측센스의 부착위치 및 부호규약은 그림 Fig. 4와 같다.

**Table 3.** Material properties of steel net gabion

| Steel net gabion | Axial strength of tension(N) | Shear strength of connecton(N) |
|------------------|------------------------------|--------------------------------|
|                  | 5202                         | 4254                           |

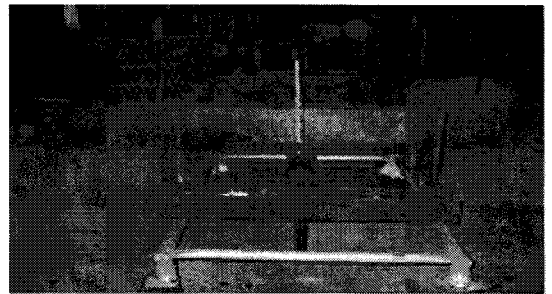


**Fig. 4.** Test equipment and assign of sencer symbol.

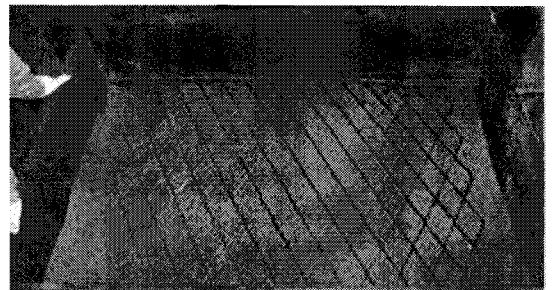
ST1~ST4는 인발시험 시 발생하는 인장력을 측정하기 위해 설치된 하중증가 장치에 부착되어진 strain gage(ST)이며, ST5~ST9는 철판망 gabion에 발생하는 strain을 측정하기 위해 부착되어진 strain gage(ST)이다. 이때 철판망 gabion에 발생하는 변위를 측정하기 위해 토조의 뒤쪽에 설치된 변위계(DT)는 우측이 DT1, 좌측이 DT2이다.

본 시험은 시험토조에 철판망 gabion을 설치하여 철판의 수평방향으로 하중이 작용하도록 배치하여 시험하였고 시험 순서는 다음과 같다.

- 1) 시험토조에 철판망 gabion을 설치한다. 시험틀 형상은 Fig. 5와 같고, Fig. 6과 같이 시험토조에 철판망 gabion 아래 까지 모래를 채운다.
- 2) Strain gage를 부착하기 위해 Fig. 7과 같이 그라인더 작업을 한 후 Fig. 8과 같이 strain gage를 부착한다.
- 3) 철판망 gabion에 수평방향으로 작용하는 힘을 측정하기 위하여 하중전달 장치에 Fig. 9와 같이 그라인더 작업을 한 후 Fig. 10과 같이 strain gage를 부착한다.
- 4) 철판망 gabion의 거동을 계측 및 분석하기 위



**Fig. 5.** Equipment of test.



**Fig. 6.** Test specimen sand filling processor.

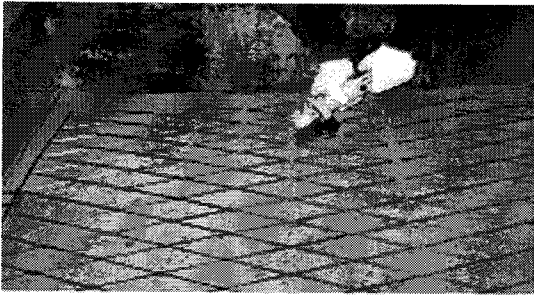


Fig. 7. Grinding work for attaching strain gage.

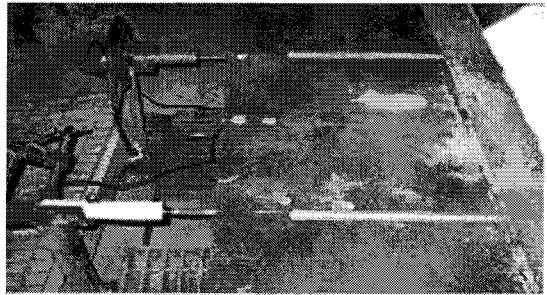


Fig. 11. Setting of displacement transducer.

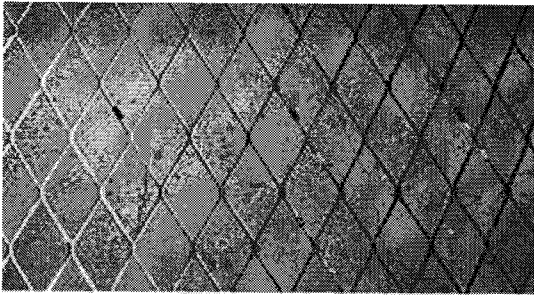


Fig. 8. Attached strain gage on steel net gabion.



Fig. 12. Test specimen filled with sand.

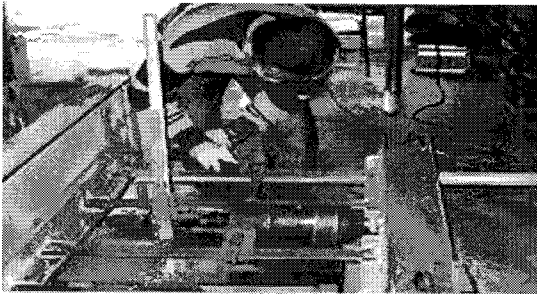


Fig. 9. Grinding work for attaching strain gage.

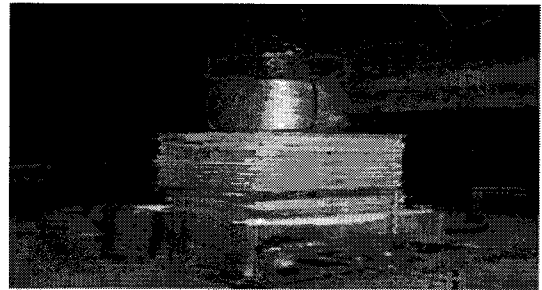


Fig. 13. Surcharge loading on the test specimen.



Fig. 10. Attached strain gage.

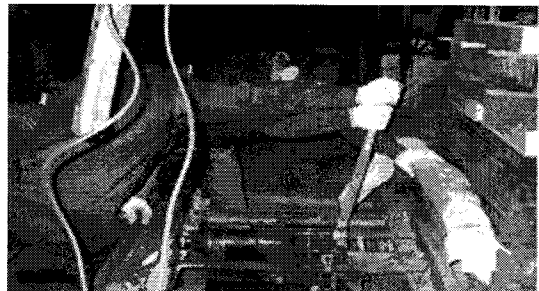


Fig. 14. Action of horizontal load.

해 Fig. 11과 같이 변위계를 설치한 후 Fig. 12와 같이 철판망 gabion 위까지 모래를 채운다.

5) 시험토조에 Fig. 13과 같이 상재하중을 가하면서 수평하중을 Fig. 14와 같이 실시한다.

### 3. 결 과

Fig. 15는 철판망 gabion을 철판의 수평방향으로 하중이 작용하도록 배치하여 strain gage의 측정값과 변위계의 측정값을 그래프로 나타낸 것이다. Fig. 15에서 하중이 24 kN일 때 변위가 발생하는 것을 확인하였다.

미끄러짐 발생 시 마찰계수 산정을 위하여 다음의 식을 사용하였다.

$$\text{작용하중}(P) = E \cdot \epsilon \cdot A \cdot n \dots\dots\dots (1)$$

단, E : 강재(하중장치)의 탄성계수 (MPa)

$\epsilon$  : gabion의 strain

A : 강재(하중장치)의 단면적(mm<sup>2</sup>)

n : 강재(하중장치)의 개수

미끄러짐이 발생 시 수평하중

$$\begin{aligned} &= E \cdot \epsilon \cdot A \cdot n \\ &= (2 \cdot 10^5) \text{ MPa} \cdot (100 \cdot 10^{-6}) \cdot 300 \text{ mm}^2 \cdot 4 \\ &= 24000 \text{ N} = 24 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\text{마찰계수}(\mu) = P/W \dots\dots\dots (2)$$

단, P : 작용하중 (kN)

W : 상재하중 (kN)

$$\text{마찰계수} = 24 \text{ kN}/25 \text{ kN(상재하중)} = 0.96$$

$$\text{응력}(\sigma) = E \cdot \epsilon \dots\dots\dots (3)$$

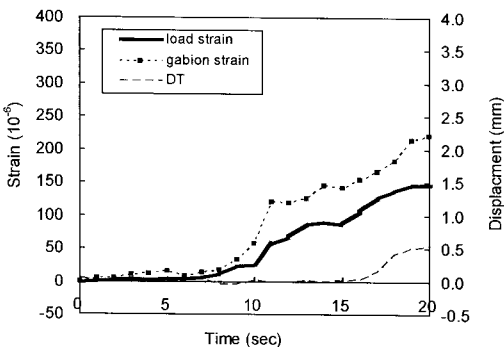


Fig. 15. Strain and displacement of steel net gabion's friction test.

Table 4. Result form friction test of steel net gabion

|             |                             | Tension test of steel net gabion |
|-------------|-----------------------------|----------------------------------|
| Test result | Sliding load(kN)            | 24                               |
|             | Load strain                 | 100                              |
|             | Gabion strain               | 150                              |
|             | The coefficient of friction | 0.96                             |

단, E : 강재(gabion)의 탄성계수

$\epsilon$  : Load strain

미끄러짐이 발생 시 철판망 gabion의 응력

$$= (2 \cdot 10^5) \text{ MPa} \cdot (150 \cdot 10^{-6}) = 30 \text{ MPa}$$

본 철판망 gabion 시험의 결과는 Table 4와 같다.

### 4. 고 찰

기존의 보강토 옹벽에 보강재로 사용하는 지오그리드를 대신하여 보강재를 철판망 gabion으로 대체하여 보강재로서의 철판망 gabion의 적용성을 검증하기 위하여 마찰실험을 실시한 결과 수평방향의 철판망 gabion에 24 kN이 작용한 경우 stress는 30 MPa임을 알 수 있다. 따라서 철판망 gabion의 허용응력 300 MPa범위 내에 있으므로 안전한 상태임을 확인하였으며, 마찰계수는 0.96으로 보강재로서의 적용성이 우수한 것으로 사료된다.

### 5. 결 론

보강토 옹벽에서 보강재로 사용된 지오그리드를 철판망 gabion으로 대체하기 위하여 보강재로서의 적용성을 검토하기 위한 마찰실험을 한 결과 다음과 같은 결론을 도출하였다.

- 1) 상재 하중 25 kN이 작용하고, 수평하중 24 kN이 작용할 때 철판망 gabion의 미끄러짐이 발생하였다.
- 2) 미끄러짐이 발생하는 순간의 철판망 gabion의 stress는 30 MPa이다. 따라서 강재의 허용응력 300 MPa범위 내에 있으므로 탄성범위 내에 존재한다.
- 3) 철판망 gabion의 마찰계수 값은 0.96이다.
- 4) 보강토 옹벽에서 기존의 보강재인 지오그리드를 대체하여 철판망 gabion을 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

## 참 고 문 헌

- 1) Yoo C. S., Kim J. S., 2000, Effects of foundation stiffness on the behavior of soil-reinforced segmental retaining walls, Korean Society of Civil Engineers, 2000(2), 623-626.
- 2) Bathurst R. J., 1992, Case study of a monitored propped panel wall, Proc. 5th Int. Symp. on Geosynthetic-reinforced soil retaining walls, Balkema, Rotterdam, Brookfield, 159-166.
- 3) Rowe R. K., Ho S. K., 1997, Continuous panel reinforced soil walls on rigid foundations, Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, ASCE, 123(10), 912-920.
- 4) Kim C. H., Jung D. S., Kim C. I., 2004, measurement of iron net gabion's coefficient friction, Korean Society of Civil Engineers, 3729-3734.
- 5) FHWA, 1997, Mechanically stabilized earth walls and reinforced soil slopes, design and construction guidelines, FHWA Demonstration Project 82, FHWA, Washington, DC, FHWA-SA-96-071.
- 6) Yoo C. S., 2002, Review of current design practice for soil-reinforced segmental retaining walls Proceedings of The KGS Spring Con., 541-548.
- 7) NCMA, 1997, Design manual for segmental retaining walls, 2nd Ed., MCMA, Virginia.
- 8) Yoo C. S., Lee K. M., 1999, Investigation on behavior of reinforced segmental retaining walls, Journal of Korean Geotechnical Society, KGS, 15(1), 53-62.
- 9) Yoo C. S., 2002, Behavior of soil-retaining walls in tiered arrangement, Journal of the KGS, 18(3), 61-72.