शोध पत्र / Research Paper

गेबियन रिटेनिंग वॉल का तुलनात्मक विश्लेषण

Comparative Analysis of Gabion Retaining Wall

जी.सी. चिकुटे[1], डी.वी. वाडकर[2], पी.बी. नांगरे[3], एम जी चिकुटे[4]

G.C.Chikute[1], D.V.Wadkar[2], P.B.Nangare[3], M.G.Chikute[4]

[1, 2, 3] AISSMS College of Engineering, Pune (INDIA)

[4] P.V.G'S Muktangan School, Pune (INDIA)

[1] chikute.ganesh@gmail.com , [2] dvwadkar@aissmscoe.com,

[3] pbnangare@aissmscoe.com, [4] manasiganesh8@gmail.com

https://doie.org/10.0524/VP.2024594141

सारांश

सिविल इंजीनियरिंग में हालिया प्रगति विभिन्न नई निर्माण प्रौद्योगिकी की ओर ले जाती है। गेबियन वॉल रिटेनिंग वॉल का एक नया रूप है जिसने हाल ही में पारंपरिक रिटेनिंग वॉल पर अपने फायदे के कारण बहुत लोकप्रियता हासिल की है। अर्थात तेजी से निर्माण, लचीलापन, स्थानीय सामग्रियों का उपयोग आदि।

गेबियन दीवार का कार्य, सामग्री विवरण, पारंपरिक दीवारों का विश्लेषण और डिजाइन प्रस्तुत शोध पत्र में दिया गया है। गेबियन दीवारें की तुलना पारंपरिक दीवारें, जैसे कि, रेबल मेसोनरी, गुरुत्वाकर्षण दीवार, कैंटिलीवर दीवार, और काउंटरफोर्ट दीवार से की गई है। और यह तुलना केस स्टडी प्रोजेक्ट तथा विस्तृत विश्लेषण से प्रस्तुत है।

Abstract

Recent advances in Civil engineering lead various new construction technologies. A gabion wall is a novel form of retaining wall that has gained a lot of popularity recently due to its advantages over traditional retaining walls. i.e. fast construction, flexibility, use of local materials, etc.

Present work contents details of Gabion wall, analysis and design of three conventional walls i.e. Rubble masonry, Cantilever, counterfort and Gabion wall, from case study project, having common given input data. It further contains a cost analysis of four types of retaining walls. The result shows that Gabion wall is one of the economic alternatives as compared with other conventional retaining walls.

मुख्य शब्द : रिटेनिंग वॉल, गेबियन वॉल, रिटेनिंग वॉल का डिजाइन, गेबियन वॉल की तुलना, लागत–प्रभावशीलता।

Keywords : Retaining Wall, Gabion Wall, Design of Retaining Wall, Comparison of Gabion wall, Cost-Effectiveness

1. प्रस्तावना

एक रिटेनिंग वॉल एक संरचना है जिसका उपयोग अस्थिर ढलानों पर मिट्टी को बाधित करने के लिए किया जाता है। [4] दो ऊंचाई के बीच मिट्टी को बांधने के लिए, और अधिक विशेष उद्देश्यों जैसे कि पहाड़ी खेती या सड़क मार्ग के ओवरपास [2], और भूस्खलन को रोकने के लिए इसका इस्तेमाल किया जाता है।

भार का विरोध करने के तरीके के आधार पर रिटेनिंग दीवारों को, गुरुत्वाकर्षण, ब्रैकट, या काउंटरफोर्ट प्रकारों मे वर्गीकृत किया गया है और प्रयुक्त सामग्री के आधार पर,कंक्रीट, ईंट या पत्थर की चिनाई, मिट्टी और लकड़ी, प्रकारों में वर्गीकृत किया गया है।

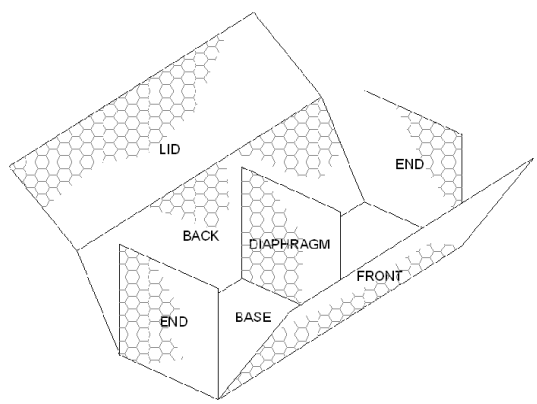
ऊपर बताई गई रिटेनिंग वॉल के कुछ नुकसान हैं। [14] यानी बड़े क्रॉस–सेक्शन क्षेत्र की आवश्यकता है। निर्माण कार्य की कम गति, महंगा [1], गैर–लचीला, और पानी की संभावना वाले क्षेत्रों में उपयुक्त नहीं है। [3]। गेबियन दीवार एक गुरुत्वाकर्षण दीवार है जिसमें लाभकारी बिंदु हैं। जैसे सस्ता, लचीला (अंतर निपटान उचित मात्रा तक सहन किया जा सकता है। आसान जल निकासी, जो पानी के दाब को कम करता है। [13], निर्माण की अधिक गति, निर्माण अपशिष्ट सामग्री का उपयोग, पर्यावरण के अनुकूल, बिना हाइड्रोस्टेटिक दाब और अनुप्रयोगों की विस्तृत श्रृंखला यानी मिट्टी को बनाए रखने की संरचना [2], लैंडफिल [12], बाहरी वास्तुशिल्प डिजाइन, ध्वनिक प्रदर्शन [15], चरणबद्ध तार ऊर्जा अपव्यय [16], बाढ़ नियंत्रण कार्य और नहर अस्तर। उपर्युक्त लाभ शोधकर्ताओं का ध्यान गेबियन दीवार की ओर आकर्षित करता है। व्यवहार्यता और लागत निर्धारित करने के लिए, गेबियन वॉल की तुलना पारंपरिक दीवारों से की गई हैं।

2. सामग्री और विधि:–

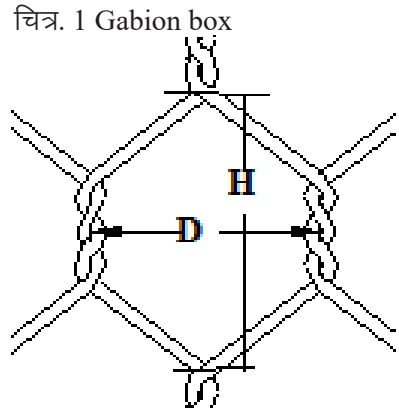
गेबियन वॉल एक स्टोन से भरा पिंजरा है। यह साधारण स्टील वायर या पॉलीमर रोप नेट से बना होता है। गेबियन मेश एक जस्ती स्टील वायर मेश है जो यांत्रिक रूप से हेक्सागोनली डबल ट्विस्टेड है। एक लचीली, अखंड, सीमित बनाए रखने वाली दीवार बनाने के लिए एक पत्थर से भरे गेबियन बक्से को एक साथ तार लगाकर ठीक से कस दिया जाता है। गेबियन वॉल फॉर सॉइल रिटेंशन, ब्रिज एब्यूमेंट प्रोटेक्शन, स्लोप स्टेबिलाइजेशन, इरोशन कंट्रोल सिस्टम, रिवेटमेंट कंस्ट्रक्शन आदि में होता है। गेबियन दीवार झरझरा, गुरुत्वाकर्षण दीवारें हैं जो अपने स्वयं के वजन से खड़ी होता हैं। गेबियन वॉल अपने सभी अनुप्रयोगों में प्रभावी और किफायती साबित होती है। गेबियन दीवार का विवरण आगे बताया गया है।

2.1 गेबियन बॉक्स विवरण:–

धातु के तार गेबियन बक्से यांत्रिक रूप से बुने हुए डबल ट्विस्टेड हेक्सागोनल आकार के तार जाल से बने होते हैं। जाली के किनारों को सख्त करने के लिए सेल्वेज/एज वायर नामक एक मोटे तार का उपयोग किया जाता है। गेबियन बॉक्स असेंबली को चित्र-1 में दिखाया गया है और षट्भुजीय मेश आवरण चित्र-2 में दिखाया गया है।



चित्र. 1 Gabion box



चित्र. 2 Hexagonal opening of mesh.

2.2 धातुई गेबियन बॉक्स की विशेषताएँ:–

क) वायर मेश – गेबियन मेश बनाने के लिए

उच्च शक्ति वाले पीवीसी कोटिंग वायर, या बिना पीवीसी कोटिंग वायर का उपयोग किया जाता है। ये मेश जीआई डबल ट्विस्टेड हेक्सागोनल मेश हैं। जो यांत्रिक रूप से बुने जाते हैं। गेबियन मेश का विनिर्देश सारणी 1 में दिखाया गया है।

ख) मेश आकार – जाल खुला आकार चित्र-2 और सारणी 2 में दिखाया गया है।

ग) गेबियन बॉक्स आकार – गेबियन बॉक्स के उपलब्ध आकार सारणी 3 में दिखाए गए हैं।

Table 1- Gabion box wire specifications [6]

Parameter	Mesh wire	Selvedge / Edge wire	Lacing wire	Test Standard
Dia. (mm)	2.70	3.40	2.20	EN 10223-3 BS 1052
Tolerance (mm)	± 0.06	± 0.07	± 0.06	IS 4826
Zinc coating (gms./Sqm)	245 Min.	265 Min.	230 Min.	EN 10244-2 ASTM A 641
Dia. (mm)	3.0	3.90	2.20	
Tolerance (mm)	± 0.07	± 0.1	± 0.06	
Zinc coating (gms./Sqm)	270 Min.	275 Min.	230 Min.	
Dia. (mm)	3.40	4.40	2.20	
Tolerance (mm)	± 0.07	± 0.1	± 0.06	
Zinc coating (gms./Sqm)	265 Min.	290 Min.	230 Min.	
Zinc Adherence	Flaking or cracking should on rubbing with bare fingers.			EN 10244-2
Elongation (%)		10 Min		EN 10223-3

Table 2- Gabion mesh opening size [6]

Mesh Type (mm)	D (mm)	Tolerance for D	Mesh Wire Diameter (mm)
60 x 80	60	(+16% to -4%)	2.20, 2.70
80 x 100	80	(+16% to -4%)	2.70, 3.00
100 x 120	100	(+16% to -4%)	2.70, 3.00

Table 3- Gabion Box Sizes & Tolerance [6]

L(m)	W(m)	H(m)	Diaphragm nos.	Tolerance	Standard
2	1	1	1		
3	1	1	2		
4	1	1	3		
2	1	0.5	1		
3	1	0.5	2	+/- 5%	ASTM A975
4	1	0.5	3		
2	1	0.3	1		
3	1	0.3	2		
4	1	0.3	3		

Table 4- Specification for stone used in Gabion [5, 6]

Gabion height	Predominant stone Size (mm)	Minimum stone size (mm)	Maximum stone size (mm)
300, 450,900 mm Basket	100 to 200	100	230
150,230,300 mm mattress	75 to 150	75	175

घ) पत्थर – पत्थरों के अनुशंसित आकार को सारणी 4 में समझाया गया है।

2.3 किए गए परीक्षण :

गेबियन पर निम्नलिखित परीक्षण किए जाते हैं।

i) तार पर तन्यता परीक्षण – गेबियन तार तन्यता परीक्षण को BS EN 10223–3 [17], ASTM A641 [18] और IS 16014 [11] में समझाया गया है। तन्यता ताकत के परीक्षण के लिए चुने गए प्रत्येक कॉइल के दोनों छोर से लगभग 1.2 मीटर लंबाई का एक तार का नमूना काटा जाता है। स्टील के तार की तन्य शक्ति की सीमा 350 से 500 एमपीए की सीमा में है।

ii) जिंक कोटिंग – गेबियन मेश वायर को जंग से बचाने के लिए जिंक के साथ लेपित किया जाता है। जिंक कोटिंग विवरण सारणी 1 में समझाया गया है।

iii) पीवीसी कोटिंग – गेबियन मेश तार को जंग से बचाने के लिए पीवीसी के साथ लेपित किया जाता है। पीवीसी कोटिंग की मोटाई को तार के बेतरतीब ढंग से चुने गए अलग–अलग टुकड़े पर मापा जाता है।

iv) मेश पर टेन्साइल टेस्ट – मेश के अंत में एक विशेष एंकरिंग व्यवस्था के साथ UTM का उपयोग करके गेबियन मेश पर टेन्साइल टेस्ट किया जाता है। इस परीक्षण का विवरण MORTH–2500 [19] में बताया गया है। जाली के तन्यता परीक्षण की स्वीकार्य सीमा को सारणी 5 में समझाया गया है।

Table 5- Strength of wire mesh. [7]

Opening Size	100x120		80x100		60x80	
Coating	A	B	A	B	A	B
Wire mesh Diameter mm	2.70	3.00	2.70	3.00	2.70	2.20	2.20
Punching strength kN	17.8	19.58	17.8	26.7	21.36	17.8	17.8
Tensile strength perpendicular to twist	15.5	20.5	15.5	26.5	20.5	13.0	13.0
Tensile strength parallel to twist kN/m	32.0	40.0	32.0	51.0	42.5	33.5	34.0

A- Zinc Coating, **B-** Zinc +PVC coating

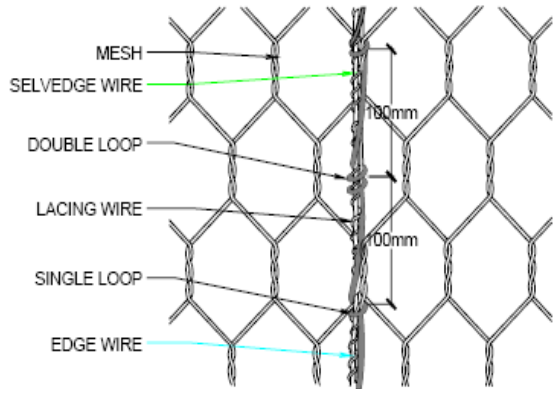
v) मेश पर पंचिंग टेस्ट – गेबियन मेश पर पंचिंग टेस्ट एक विशेष उपकरण का उपयोग करके किया जाता है।। जिसमें सेंट्रल राइजिंग प्लंजर और मेश के सभी किनारों पर विशेष एंकरिंग व्यवस्था होती है। इस परीक्षण का विवरण MORTH–2500 में बताया गया है। पंचिंग टेस्ट की स्वीकार्य सीमा सारणी 5 में बताई गई है।

2.4 गेबियन दीवार के निर्माण चरण –

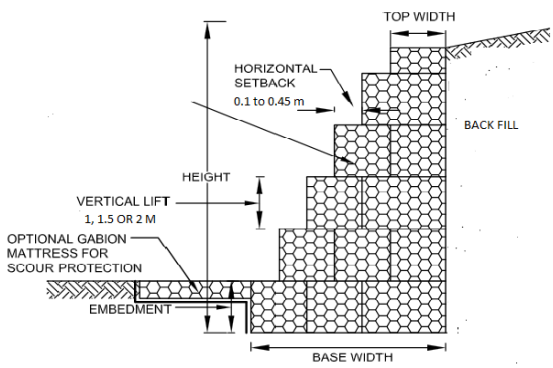
निर्माण गेबियन दीवार निम्नलिखित चरणों में आगे बढ़ें।

1) भू–तकनीकी जांच, 2) डिजाइन और ड्राइंग, 3) फाउंडेशन की तैयारी, 4) फिल्टर क्लॉथ या फिल्टर स्टोन, 5) गेबियन असेंबली, 6) गेबियन को रखना और भरना, 7) बैकफिलिंग

गेबियन बॉक्स कनेक्शन विवरण चित्र-3 में दिखाया गया है। गेबियन दीवार क्रॉस सेक्शन चित्र-4 में दिखाया गया है। साइट पर वास्तविक गेबियन दीवार चित्र-5 में दिखाई गई है।



चित्र. 3 Gabion box connection details



चित्र. 4 Typical cross section of Gabion wall

चित्र-5 Actual Gabion wall at site

3. केस स्टडी–

एक केस स्टडी प्रोजेक्ट का उपयोग, गेबियन दीवारों की तुलना अन्य पारंपरिक रिटेनिंग दीवारों जैसे कि रेबल मेसोनरी, गुरुत्वाकर्षण दीवार, कैंटिलीवर दीवार, और काउंटरफोर्ट दीवार करने के लिए किया गया है। सभी तीन प्रकार की पारंपरिक रिटेनिंग वॉल और गेबियन वॉल को इस केस स्टडी प्रोजेक्ट के लिए डिजाइन किया गया है। जिसमें सामान्य इनपुट डेटा है।

केस स्टडी प्रोजेक्ट किरकी में ऑर्डिनेंस फैक्ट्री के पास मुळा नदी (पुणे, भारत) के तट पर स्थित है। जैसा कि चित्र-6 में दिखाया गया है। प्रहरीदुर्ग संख्या 16 और 17 के बीच परिसर की दीवार के पास इतना अधिक कटाव है। कटाव इतना गंभीर है और मौजूदा परिसर की दीवार ढहने लगी है। निम्नलिखित डेटा, जो विश्लेषण और डिजाइन में उपयोग किया जाता है, साइट से एकत्र किया गया है।

चित्र.6 - Bank erosion at Ordinance factory, Kirki, Pune

1. Length of Wall - 125 Rmt
2. Maximum RL - 99.800 (Bridge Bottom)
3. Minimum RL - 91.425
4. Maximum Height - 8.375 m
5. Backfill material- Black cotton Soil
6. Foundation Strata- Soft Rock

इस अध्ययन में, उपरोक्त साइट के लिए सबसे किफायती दीवार, साइट से एकत्र किए गए डेटा से उपरोक्त सभी दीवारों का विश्लेषण और डिजाइन

करके, रेबल मेसोनरी की गुरुत्वाकर्षण दीवार, कैंटिलीवर दीवार, काउंटरफोर्ट दीवार और गेबियन दीवार की तुलना की है।

3.1 स्थिरता विश्लेषण और डिजाइन विधि–

रेबल मेसोनरी की गुरुत्वाकर्षण दीवार, आरसीसी कैंटिलीवर दीवार, और काउंटरफोर्ट दीवार डिजाइन प्रक्रियाएं किसी भी आरसीसी डिजाइन पाठ्यपुस्तक [9] में पाई जा सकती हैं। दीवार की डिजाइनिंग के लिए भारतीय मानक कोड 456–2000 [10] का उपयोग किया जाता है। गेबियन दीवार डिजाइन में गुरुत्वाकर्षण दीवार के समान है। दीवार की स्थिरता के मूल्यांकन में विभिन्न जांचों को शामिल किया जाता है, जैसे कि आधार पर फिसलना (Sliding check at the base), टो पे पलटना (Overturning check about toe), और नींव की मिट्टी की असर विफलता (Base pressure Check)। मिट्टी के दाब की जाँच रैनकिन के पृथ्वी दाब सिद्धांत के आधार पर की जाती है, और रैनकिन द्वारा दिए गए सूत्रों का उपयोग पृथ्वी के दाब के मूल्यों के निर्धारण के लिए किया जाता है। विश्लेषण के दौरान उपयोग किए गए इनपुट डेटा सारणी 6 में दिखाए गए हैं।

3.2 स्थिरता जांच–

सभी चार रिटेनिंग वॉल के लिए सभी आवश्यक जांच जैसे कि आधार पर फिसलना (Sliding check at the base), टो पे पलटना (Overturning check about toe), और नींव की मिट्टी की असर विफलता (Base pressure Check) लिया जाता है। ऑप्टिमाइज क्रॉस सेक्शन प्राप्त करने के लिए प्रत्येक प्रकार की रिटेनिंग वॉल का विश्लेषण कई बार किया जाता है। ये जाँच परिणाम आगे बताए गए हैं।

i) Overturning check about toe

बैकफिल मिट्टी के पार्श्व पृथ्वी के दाब के कारण, टो पे पलटा हैं। इस तरह के उलटफेर के खिलाफ सुरक्षा कारक [10] के रूप में व्यक्त किया जा सकता है। ये जाँच परिणाम आगे बताए गए हैं।

$FS\ (OT) = \Sigma M_R / \Sigma M_O >= 1.55$

Where, FS (OT) = Safety factor against overturning,

$\sum M_R$ = Summation of a resisting moment about toe,

$\sum M_O$ = Summation of overturning moment about toe.

ii) Sliding check at the base

The safety factor against sliding at the base may be expressed as [10]

$FS\ (sliding) = \sum F_R / \sum F_D >= 1.5$

Where, FS (sliding) = Safety factor against sliding at the base,

$\sum F_R$ = Summation of resisting forces against sliding

$\sum F_D$= Summation of forces causing sliding at the base

Table 6- Input data values used for analysis of walls

Parameter	Value	Parameter	Value
Backfill Unit weight, retained fill, foundation soil (γ)	18 kN/m^3	Unit weight of concrete (γc)	25 kN/m^3
Angle of internal friction of backfill (ϕ)	30°	Depth of embedment of foundation (D)	0.90 m
Height of the wall (H)	9.30 m	Bearing capacity of foundation soil (SBC)	500 kN/m^2

Ka = Rankin's coefficient of active earth pressure

$= 1 - \sin\phi / 1 + \sin\phi$

Pa= Active force of retained soil = 0.5 Ka γ

iii) Base pressure Check:-

ऊर्ध्वाधर दाब दीवार के आधार स्लैब द्वारा मिट्टी तक प्रेषित होता है। यह दाब आधार स्लैब के टो पे अधिकतम और हिल पे न्यूनतम होता है। मिट्टी की सहनशीलता को संतुष्ट करने के लिए यह जांचें कि यह अधिकतम ऊर्ध्वाधर दाब नींव की मिट्टी की सुरक्षित सहन क्षमता से कम होना चाहिए।

The safety factor against bearing capacity is defined as [10]

FS (bearing) = q_u / q_{max} >= 3.0

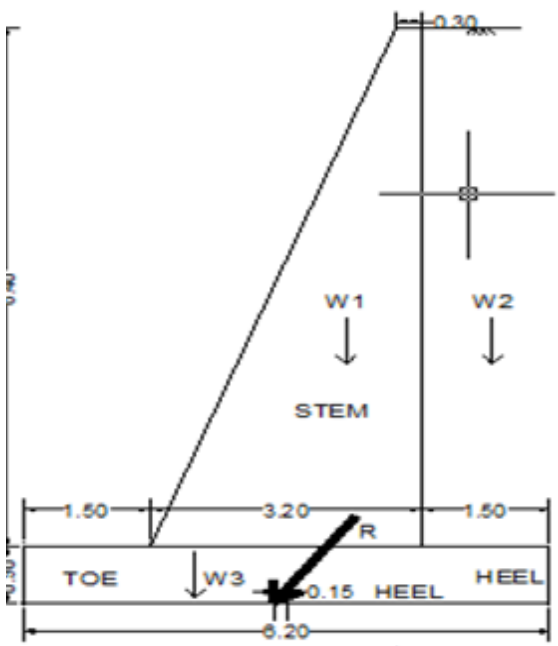
Where, FS = Factor of Safety against bearing capacity failure,

q_u = Ultimate bearing capacity of the foundation soil

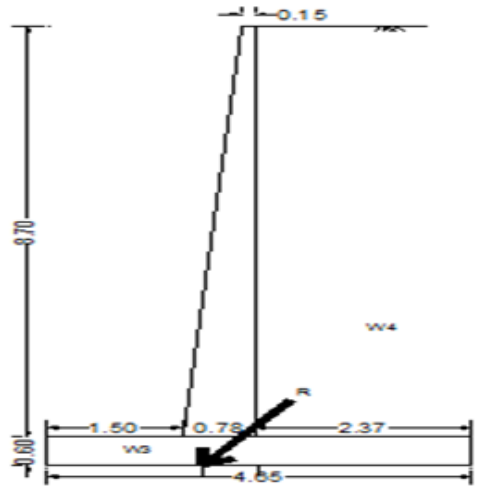
q_{max}= Maximum pressure at base of the wall

e=Eccentricity of resultant force at base

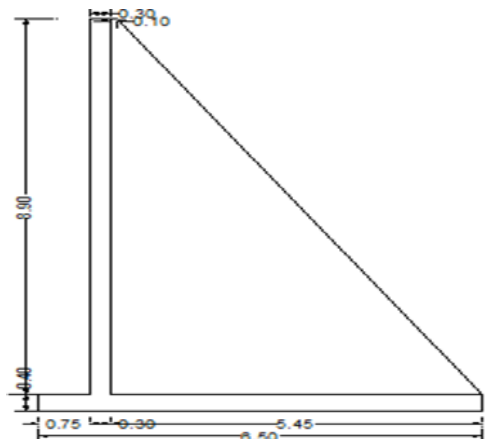
= B/2-$\sum M_R$ - $\sum M_O$ / (W_1+W_2) <= B/6 for no tension case.



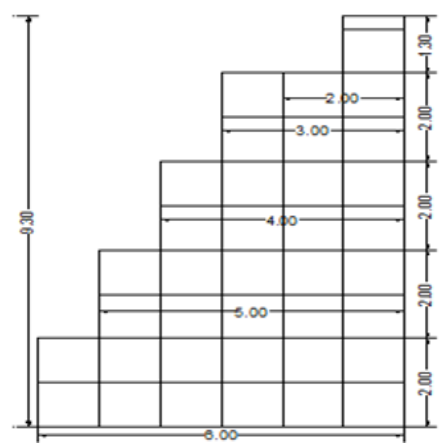
चित्र 7 Rubble masonry wall



चित्र-8 RCC Cantilever wall



चित्र. 9 Counterfort wall



चित्र 10 Gabion wall

4. लागत तुलनाः–

सारणी 7 में दिखाए गए विभिन्न मदों का अनुमान अंतिम खंडों चित्र-7 से चित्र-10 में दिखाया है। जो सभी चार दीवारों के विश्लेषण और डिजाइन के परिणाम हैं। कॉस्टिंग के लिए उपयोग की जाने वाली दरें भारत सरकार के केंद्रीय लोकनिर्माण [8] विभाग की जिला अनुसूची दरों से हैं। धातु के गेबियन बॉक्स का बाजार भाव लगभग 85 रुपये/किलोग्राम [7] है। गेबियन का वजन बॉक्स आकार 2X1X1 मीटर के लिए लगभग 16.5 किलोग्राम और बॉक्स आकार 3x1x1 मीटर के लिए 24 किलोग्राम है।

Table 7- Estimation costing of all four walls

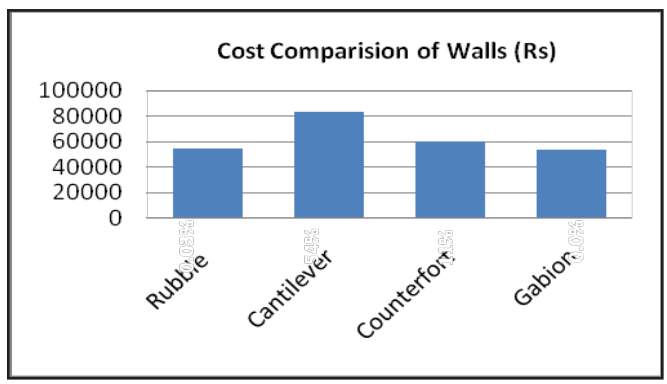
ITEM	UNIT	RATE	QUANTITY				AMOUNT RS			
			RM	RC	RCF	GB	RM	RC	RCF	GB
Site Clearance	SQM	2.639	10,918.0	10,708.8	10,958.5	10,891.0	28,813	28,260	28,919	28,741
Excavation Soil	CUM	101.8	3,021.3	2,332.6	3,154.6	2,807.3	307,722	237,579	321,298	285,925
Excavation Soft Rock	CUM	152.6	765.0	590.6	798.8	838.0	116,739	90,129	121,889	127,872
Dewatering	HP/ HR	26	738.0	198.0	324.0	198.0	19,188	5,148	8,424	5,148
PCC	CUM	2449	85.0	61.9	85.0	0.0	208,165	151,532	208,165	0
UCR above plinth	CUM	2384.2	1,837.5	0.0	0.0	0.0	4,380,968	0	0	0
UCR Below plinth	CUM	2022.7	697.5	0.0	0.0	0.0	1,410,833	0	0	0
Pointing	SQM	62.5	2,428.1	0.0	0.0	0.0	151,754	0	0	0
RCC- M20	CUM	4092.3	0.0	854.4	977.3	0.0	0	3,496,657	3,999,649	0
M-15	CUM	3720	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0
Form Work	SQM	180.4	0.0	2,325.0	4,529.0	0.0	0	419,430	817,024	0
Reinforcement	KG	42.7	0.0	138,164.7	41,685.0	0.0	0	5,899,634	1,779,948	0
Gabion box	KG	85	0.0	0.0	0.0	38,712.8	0	0	0	3,290,584
Gabion filling	CUM	650	0.0	0.0	0.0	4,663.4	0	0	0	3,031,210
Pipe-Wipe Hole	RMT	185	469.7	122.0	85.4	0.0	86,895	22,570	15,799	0
Refilling	CUM	32	1,890.0	2,577.4	6,063.1	0.0	60,480	82,476	194,020	0
TOTAL COST (Rs)							6,771,556	10,433,416	7,495,136	6,769,479
COST PER RMT (L=125M)							54,172	83,467	59,961	54,156
% VARIATION IN COST							0.03%	54.12%	10.72%	0.00%

RM-Rubble Masonry, RC- RCC Cantilever, RCF- RCC Counterfort, GB- Gabion

सारणी 8 सभी चार प्रकार की दीवारों: Rubble Masonry, RCC Cantilever,RCC Counterfort, Gabion दीवार के लिए प्रति रनिंग मीटर की लागत और लागत में % भिन्नता को दर्शाती है। चित्र-11 सभी चार दीवारों की लागत की तुलना दिखाता है।

सारणी 8 - Per running meter cost and percentage variation of walls

	Rubble Masonry	RCC Cantilever	RCC Counterfort	Gabion Wall
Cost (Rs/Rmt)	54,172	83,467	59,961	54,156
% variation	0.03	54.12	10.72	0



चित्र-11 Cost comparison ofAll four walls

5 उपसंहार:–

इस अध्ययन से निम्नलिखित निष्कर्ष निकाले जा सकते हैं–

- रेबल मेसोनरी की गुरुत्वाकर्षण दीवार, आरसीसी कैंटिलीवर, आरसीसी काउंटरफोर्ट दीवार, और गेबियन दीवार कि निर्माण लागत प्रति रनिंग मीटर भारतीय रुपये (रु) में क्रमशः 54172 रुपये, 83467 रुपये, 59961 रुपये और 54156 रुपये है, और इन दीवारों में प्रतिशत लागत भिन्नता क्रमशः 0.3 प्रतिशत, 54.12 प्रतिशत, 10.72 प्रतिशत और 9.56 प्रतिशत कम। इससे पता चलता है, कि गेबियन वॉल मौजूदा साइट के लिए सबसे अच्छा किफायती विकल्प है।
- रेबल मेसोनरी की गुरुत्वाकर्षण दीवार, और गेबियन दीवार के बीच लागत अंतर काफी कम (0.3 प्रतिशत) है। हालांकि गेबियन दीवारों को इसकी गति, लचीलेपन और स्थानीय रूप से सुलभ सामग्री के उपयोग के कारण पसंद किया जाएगा। गेबियन दीवारें अन्य पारंपरिक प्रकार की रिटेनिंग दीवारों के लिए एक लागत प्रभावी विकल्प हैं, क्योंकि उन्हें इलाज की आवश्यकता नहीं होती है और प्रति दिन कंक्रीट निर्माण मात्रा की बाधाओं के बिना लगातार बनाया जा सकता है। गेबियन वॉल भीड़भाड़ वाली जगहों के लिए सबसे उपयुक्त है।जैसे सुदूर पहाड़ी क्षेत्र, नदी या नाला किनारे आदि।

संदर्भः

1. A. J. Khan and M. Sikder, [2004], 'Design basis and economic aspects of different types of retaining walls', Journal of Civil Engineering (IEB), 32 (1) (2004) 17-34
2. Naresh Man Shakya, Dilli Raman Nirula [2005] "Integration of Bioengineering Techniques in

Slope Stabilization Works: a Cost-Effective Approach for Developing Countries"- International Seminar on Sustainable Slope risk Management for Roads, Kathmandu Nepal

3. Ghislain Brunet, Randall Shuey [2005] 'Stream Bank Stabilization with Vegetated Gabion' Intervale Country Club Golf Course Manchester, New Hampshire.
4. R. K. Bhandari [2006] "The Indian Landslides Scenario, Strategic Issues and Action Point"- First India Disaster Management Congress" New Dehli-November-2006
5. Product Information Broachers of 'Maccaferri India'
6. The product information of 'Garware Wall ropes Ltd' Pune
7. 'Rate Analysis', Central Public Work Department, Government of India.
8. 'District Schedule Rate', Central Public Work Department, Government of India.
9. Textbook "Reinforced concrete design" by Dr.S.R.Karve, Structure publication
10. IS CODE 456-2000, 'Code for practice for plain and reinforced concrete' Indian standard Institution.
11. IS 16014 : 2012, 'Mechanically woven, double-twisted, hexagonal wire mesh gabions, revet mattresses and rockfall netting (galvanized steel wire or galvanized steel wire with PVC coating) –Specification', Indian standard Institution,2012.
12. J. M. Vashi, RM. D. Desai, A. K. Desai, C. H. Solanki, [2011], 'Gabion GRS wall for raising solid waste dump site at surat- case study' Indian Geotechnical society, Proceedings of Indian Geotechnical Conference December 15-17, 2011, Kochi (Paper No.Q-217.)
13. J. Chu, S.W. Yan, W.Li., [2012], 'Innovative methods for dike construction -An overview', Elsevier, Geotextiles and Geomembranes, 30 (2012) 35e42
14. Ching-Chuan Huang, Woei-Ming Luo, 'Behavior of cantilever and geosynthetic-reinforced walls on deformable foundations' Elsevier, Geotextiles and Geomembranes, 28 (2010) 448–459.
15. F. Koussa, J. Defrance, P. Jean, P. Blanc-Benon (2013), "Acoustic performance of gabions noise barriers: Numerical and experimental approaches" J. Applied Acoustics 74:189–197, doi: 10.1016/j.apacoust.2012.07.009
16. Davide Wüthrich and Hubert Chanson, (2014) "Hydraulics, Air Entrainment, and Energy Dissipation on a Gabion Stepped Weir", ASCE J. Hydraul. Eng., 140(9): 04014046, doi: 10.1061/(ASCE)HY.1943-7900.0000919
17. BS EN 10223-3- British standard code- Steel wires and wire product for fences-part 3.
18. ASTM A641- American standard code- Standard specifications for zinc coated carbon wire.
19. MORTH-2500- Ministry of road transport and highways, section 2500