शोध पत्र / Research Paper

सिलिका फ्यूम और मार्बल-डस्ट का उपयोग कर मिट्टी के इंजीनियरिंग गुणों में सुधार

Improvement of Engineering Properties of Soil Using Silica fume and Marble dust

साकेत रुसिया[1], विकेश कुमार यादव[2], डॉ प्रतिभा सिंह[3], मयंक मिश्र[4]

Saket Rusia[1], Vikesh Kumar Yadav[2], Dr. Pratibha Singh[3], Mayank Mishra[4]

1. Assistant Professor, Dept. of Civil Engineering, Rajkiya Engineering College Mainpuri (UP)
2. P.G. Student, Department of Civil Engineering MITS Gwalior (MP), India
3. Lecturer, Government Girls Polytechnic Arnia (UP), India (PhD : IIT Roorkee)
4. U.G. Student, Department of Civil Engineering, Rajkiya Engineering College Mainpuri (UP)

1. ket@recmainpuri.in, 2. yvikeshkumar096@gmail.com, 3. pratibhasinghcivil@gmail.com
4. mayank19028@recmainpuri.in

सारांश

प्रस्तुत शोध पत्र में ''मार्बल-डस्ट (Marble Dust) और सिलिका फ्यूम (Silica Fume) का उपयोग करके काली मृदा (Black Cotton Soil) की तकनीकी विशेषताओं में सुधार करने के तरीको'' पर विचार शामिल हैं। काली मृदा की ये तकनीकी विशेषताएं या इंजीनियरिंग गुण, कम धारण क्षमता (बल धारण क्षमता) और उच्च सूजन हैं। इन गुणो के कारण जब पानी को काली मृदा के साथ मिलाया जाता है, तो इसकी मात्रा इसके प्रारंभिक मूल्य के दो से तीन गुना तक बढ़ जाती है। इसके परिणामस्वरूप सूजन (Swelling) होती है जिसके बाद काली मृदा की धारण क्षमता कम हो जाती है। जब मिट्टी में पानी की मात्रा कम होती है तो इसमे दरारे हो जाती है। इन अपूर्णताओ से नींव और फुटपाथ की स्थिरता की सुरक्षा सुनिश्चित करने के लिए, कुछ योज्य सामग्री को विभिन्न संरचना में मिश्रित किया जाता है। इनकी अलग-अलग रचनाएं या मात्राएं विभिन्न परीक्षणों में निर्धारित की जाती हैं जो प्रत्येक योजक की अपेक्षित मात्रा को खोजने के लिए आयोजित की जाती हैं। मार्बल-डस्ट की संरचना कैल्शियम-सिलिका-एल्यूमिना (CSA) में समृद्ध है। CSA मिट्टी के स्थिरीकरण में पूरक हैं। काली मृदा को 0%, 2.5%, 5%, 7.5% और 10% सिलिका फ्यूम के साथ पांच निरंतर चरणों में जोड़ा गया था और प्रत्येक प्रतिशत के लिए अवलोकन किए गए थे। मृदा के नमुनो में मार्बल-डस्ट को 0%, 2%, 4% और 6% के साथ एक जैसा परीक्षण आदर्शो का पालन किया गया था और इसके मामले में भी कुल चार प्रतिरूप के अवलोकन दर्ज किए गए थे। परिणामों ने स्पष्ट रूप से संकेत दिया कि सुघट्यता सूचकांक (Plasticity Index) और प्रतिरूप की तरल सीमा (Liquid Limit) में कमी सिलिका फ्यूम के परिणामस्वरूप होता है। सिलिका फ्यूम में वृद्धि के साथ इष्टतम पानी की मात्रा (Optimum Water Content) और सुघट्यता सीमा (Plastic Limit) में भी वृद्धि हुई है जबकि कमी को अधिकतम शुष्क इकाई वजन (Maximum Dry Unit Weight Values) मूल्यों के लिए नोट किया गया था। संपीड़न अपरूपण सामर्थ्य (Compressive Shear Strength), California Bearing Ratio (सीबीआर), SwellAnd Swell Pressure जैसे अन्य गुणों में सिलिका फ्यूम के उपयोग के साथ भी सुधार होता है। इसलिए सिलिका फ्यूम मिट्टी के गुणों में सुधार करने के लिए एक उपयुक्त सामग्री है। मार्बल-डस्ट सुघट्यता सूचकांक के साथ-साथ तरल सीमा को कम करता है, साथ ही साथ इष्टतम नमी मात्रा में कमी और अधिकतम शुष्क घनत्व में वृद्धि करता है। इसलिए मार्बल-डस्ट और सिलिका फ्यूम काली मृदा के कामकाज को बढ़ाने के लिए उपयुक्त पूरक के रूप में जोड़।

Abstract:

The presented research paper includes ideas of "Ways to improve the technical characteristics of the Black Cotton Soil using the marble dust and silica fume". These technical characteristics or engineering properties of black cotton soil are low supporting capacity (load bearing capacity) and high swelling. Due to these properties when water is mixed with black cotton soil, its volume increases up to two to three times of its initial value approximates. This results in swelling which is followed by decreased bearing capacity of black cotton soil. When the soil mple has lesser water content it results with generation of cracks. To ensure fety of the stability of foundation and pavement from this imperfection in the stagnancy or robustness of foundation, some additive materials are mixed in dffierent composition. These dffierent compositions or amounts are determined in various tests that are conducted to find the requisite amount of each additive. The composition of marble dust is rich in CSA (Calcium - Silica - Alumina). CSA are supplement in stabilization of the soil. The black cotton soil was added with 0%, 2.5%, 5%, 7.5% and 10% of silica fume in five continuous steps and observations were taken for each percentage. The me test pattern was followed with 0%, 2%, 4% and 6% of marble dust in soil mple and total four mple observations were recorded in its case also. The results indicated clearly that addition of silica fume results in reduction in plasticity index and liquid limit of the mple. Plastic limit with increase in silica fume and the optimum water content also increased whereas reduction was noted for maximum dry unit weight values. Other properties like compressive shear strength, California Bearing Ratio (CBR), Swell and swell pressure also gets improved with uge of silica fume. Hence silica fume is a suitable material to improve the soil properties. Addition of marble dust decreases plasticity index as well as liquid limit, along with decrease in an optimum moisture content and increment in maximum dry density. Hence addition of marble dust and silica fume add as appropriate supplements to enhance functioning of black cotton soil.

मुख्य शब्द : काली मृदा, मार्बल-डस्ट, सिलिका फ्यूम

Key words: Black cotton soil, Marble Dust, Silica Fume

1. परिचय :

सभी संरचनाओं का अपना भार होता है जिसे वे मिट्टी में स्थानांतरित करते हैं। फाउंडेशन (नींव), संरचना का वह हिस्सा होता है जो भार के संचरण में भूमिका निभाता है। इसलिए, नींव, संरचना में सबसे महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है। निर्माण कई प्रकार के होते हैं - फुटपाथ, रेल लाइन, सीमट कंक्रीट मार्ग आदि। किसी भी निर्माण में विचार का सबसे महत्वपूर्ण हिस्सा इसकी मिट्टी की भार धारण करने की क्षमता है। एक प्रकार की मिट्टी जिसमें खराब धारण क्षमता होती है, के परिणामस्वरूप संरचना में छति हो सकती है। मिट्टी जब भी नमी और आर्द्रता के संपर्क में आती है तो मिट्टी के आयतन में परिवर्तन होता है। इसके अलावा, मिट्टी मे पानी की आपूर्ति से विभिन्न मौसमी परिवर्तन होते हैं। उदाहरण - वर्षा, बाढ़, गर्मियों में उच्च वाष्पीकरण, सीवर लाइनों में रिसाव आदि। ये सभी, नींव और फुटपाथ की स्थिति मे मुख्य कारक हैं। इन्हें क्रैकिंग या ब्रेकिंग द्वारा देखा जा सकता है।

काली मृदा अपनी सूजन के कारण स्थिर नींव के लिए उपयुक्त नहीं है। काली मृदा में रेत मिलाने पर, मिट्टी की सूजन की क्रिया कम हो जाती है, मिट्टी को अधिक स्थिरता प्रदान करती है, मिट्टी की पारगम्यता परिवर्तन के कारण मिट्टी की स्थिरता में सुधार करती है।[1] उद्योगों में गैर-बायोडिग्रेडेबल अपशिष्ट बड़ी मात्रा में उत्पादित किया जाता है जो पर्यावरण के लिए हानिकारक है। इस अपशिष्ट का उपयोग निर्माण सामग्री में किया

जा सकता है या इनके द्वारा निर्माण सामग्री के गुणों में कुछ हद तक सुधार किया जा सकता है, निर्माण में इस अपशिष्ट का उपयोग करके प्राकृतिक संसाधनों के दोहन को कम किया जा सकता है और अपशिष्ट की खपत से पर्यावरण को बचाया जा सकता है लेकिन इस अपशिष्ट के बारे में उचित अध्ययन की आवश्यकता है।[2] सिलिका फ्यूम का उपयोग लाइनर के निर्माण में एक निर्माण सामग्री के रूप में किया जा सकता है। मिट्टी में सिलिका फ्यूम, पारगम्यता और सूजन दबाव को कम करता है और सिलिका फ्यूम संपीड़न शक्ति में वृद्धि करता है।[3] मिट्टी के गुणों में सुधार, चावल की भूसी, राख, स्लैग, सिलिका फ्यूम जैसे अपशिष्ट पदार्थों का उपयोग करके किया जा सकता है। मुख्य रूप से सिलिका फ्यूम का उपयोग मिट्टी के गुणों को सुधारने के लिए किया जा सकता है।[4] औद्योगिक अपशिष्ट का निपटान एक बड़ी समस्या है। उद्योगों से उत्पादित प्लास्टिक अपशिष्ट पर्यावरण पर बुरा प्रभाव छोड़ता है। निर्माण क्षेत्र में निरंतर विकास सम्मेलन संसाधनों की कमी की ओर जाता है यह निर्माण उद्देश्य के लिए विकल्प खोजने की आवश्यकता पैदा करता है। प्लास्टिक अपशिष्ट फाइबर, चावल की भूसी, पोज़ोलैनिक सामग्री की तरह कई अन्य अपशिष्ट सामग्री मिट्टी के भू-तकनीकी गुणों में सुधार करने के लिए मिट्टी के साथ मिश्रित किया जा सकता है। पोज़ोलैनिक अपशिष्ट सामग्री खराब मृदा को निर्माण के लिए उपयुक्त बनाता है मिट्टी में फाइबर का उपयोग मुख्य रूप से ताकत में वृद्धि करता है जबकी फाइबर की सीमित लंबाई के उपयोग का सुझाव दिया जाता है। लंबी लंबाई के फाइबर का उपयोग उपयुक्त नहीं है।[5] काली मृदा अत्यधिक संपीड़ित मिट्टी है, और इसमें धारण क्षमता कम होती है। एक खनन अपशिष्ट लौह अयस्क टेलिंग को मिट्टी की स्थिरता बढ़ाने के लिए मिट्टी के साथ मिलाया जा सकता है, लेकिन लौह अयस्क टेलिंग का उपयोग अकेले स्टेबलाइजर के रूप में नहीं किया जा सकता है, इसके साथ कुछ अन्य पदार्थ जोड़े जाने चाहिए।[6] काली मृदा में स्थिरीकरण, सीमट और सिलिका फ्यूम के मिश्रण को जोड़ने पर प्राप्त किया जा सकता है यह मिट्टी के माइक्रोस्ट्रक्चर को सघन बनाता है। सीमट और सिलिका फ्यूम के मिश्रण का उपयोग पर्यावरण के दृष्टिकोण से सस्ता और अच्छा है।[7] खराब मिट्टी भू-तकनीकी गुण, इंजीनियरिंग संरचनाओं के लिए अच्छा नहीं है। कमजोर या खराब मिट्टी से निपटना मुश्किल हो जाता है क्योंकि डिजाइन अवधि से पहले संरचना विफल हो जाती है, इसलिए अपशिष्ट जैसे चूरा राख और सिलिका फ्यूम को खराब मिट्टी के गुणों में सुधार के लिए उपयोग किया जा सकता है जो मिट्टी को स्थिरता प्रदान करते हैं।[8] मार्बल-डस्ट एक अपशिष्ट है। इसमें चूने की मात्रा अधिक होती है। मिट्टी के साथ मार्बल-डस्ट का उपयोग मिट्टी के इंजीनियरिंग गुणों को बढाता है, यह निपटान की समस्या को भी हल करता है।[9] खराब मिट्टी की स्थिरता को बढ़ाने के लिए, अपशिष्ट मात्रा अंडे के गोले का पाउडर और कॉयर फाइबर को उपयोग में लिया जा सकता है। मिट्टी के गुणों में मामूली सुधार को मिट्टी के साथ अंडे के गोले और कॉयर फाइबर के मिश्रण पर नोट किया जा सकता है।[10]

काली मृदा को रेगुर के रूप में भी जाना जाता है। इस प्रकार की सिकुड़न युक्त मिट्टी का प्रभाव पहले भारतीय राज्यो मे 70.3 एम. हेक्टेयर तक रिपोर्ट किया गया था। छत्तीसगढ़ मध्य प्रदेश सहित कई भारतीय राज्यों, में पहले के अनुमान में इसका प्रभाव लगभग 32.3% था। मॉन्टमोरिलोनाइट खनिज वे हैं जो काली मृदा को विस्तार का व्यवहार प्रदान करते हैं। विभिन्न उद्योग अपशिष्ट जल या संश्लेषित पानी का निपटान करना जरूरी हैं जो नागरिक क्षेत्र से संबंधित पर्यावरण में भारी प्रदूषण का कारण बनते हैं। मिट्टी के स्थिरीकरण के लिए आवश्यक वैकल्पिक सामग्री ज्यादातर फ्लाई ऐश स्टोन डस्ट ब्लास्ट फर्नेस स्लैग, चावल की भूसी राख और अन्य औद्योगिक अपशिष्ट हैं। इन सामग्रियों में से एक मार्बल-डस्ट है जो उसी तरह से संगमरमर के पत्थर के विघटन और पॉलिशिंग द्वारा प्राप्त की जाती है सिलिका फ्लूम गैर-उपयोग करने योग्य औद्योगिक पीढ़ी का एक

उदाहरण हो सकता है। कैल्शियम सिलिकॉन फेरोक्रोमियम फेरो मैग्नीशियम फेरोमैंगनीज जैसे अन्य सिलिकॉन मिश्र धातु भी सिलिका फ्यूम की मूल संरचना हो सकती है। इस अनुसंधान के लिए मुख्य उद्देश्य स्थिरीकरण से जुड़े व्यवहार्यता आंकड़ों की प्रयोगात्मक जांच करना और नरम मिट्टी की मिट्टी के भू-इंजीनियरिंग संरचना को बेहतर बनाना है। यह सिलिका फ्यूम के साथ-साथ आवश्यक मात्रा में उपयोग की जाने वाली मार्बल-डस्ट की मदद से किया जाता है। यह ध्यान रखना महत्वपूर्ण है कि सिलिका फ्यूम और मार्बल-डस्ट की सही मात्रा ही मिट्टी स्थिरता की भविष्यवाणी करती है।

2. पद्धति

जब इंजीनियरिंग संरचना की बात आती है तो काली मृदा में खराब गुण होते हैं। जब समर्थन क्षमता और सूजन पर विचार किया जाता है सुधार के बिना यह इंजीनियरिंग निर्माण कार्यो के लिए उपयोग करने योग्य नहीं है, इसलिए मिश्रण पदार्थ के बारे में ध्यान देना महत्वपूर्ण है जो निश्चित रूप से काली मृदा की इंजीनियरिंग विशेषताओं को बढ़ा सकता है। दो सामग्री हैं जो इस भूमिका के लिए सबसे अच्छी हैं। उनमें से एक सिलिका फ्यूम है जो गैर-उपयोग योग्य औद्योगिक पीढ़ी का एक उदाहरण है। दूसरा एक मार्बल-डस्ट है, दोनों उद्योगों के अपशिष्ट उत्पाद हैं। सबसे पहले ताजा मिट्टी का परीक्षण विभिन्न प्रकार से कर लिया जाता है जैसे कि एटरबर्ग लिमिट्स टेस्ट (सुघट्यता सूचकांक, सुघट्यता सीमा, तरल सीमा) विशिष्ट गुरुत्वाकर्षण के लिए परीक्षण, संघनन परीक्षण, डिफरशियल फ्री स्वेल, कैलिफ़ोर्निया बेयरिंग रेशियो और असीमित संपीड़न शक्ति परीक्षण। इन परीक्षणों की मदद से गुण - प्लास्टिक सीमा, तरल सीमा, प्लास्टिसिटी इंडे. क्स, विशिष्ट गुरुत्वाकर्षण, नमी मात्रा, अधिकतम शुष्क घनत्व विभेदक मुक्त सूजन, धारण क्षमता और काली मृदा की असीमित संपीड़न शक्ति निर्धारित की जाती है। इन परीक्षणों के आधार पर, मिट्टी के इंजीनियरिंग गुणों को निर्धारित किया जाएगा जो निर्माण के परिप्रेक्ष्य से महत्वपूर्ण है ये मूल्य मिट्टी के गुणों में दोष के बारे में एक विचार देते हैं। बाद में, सिलिका फ्यूम और मार्बल-डस्ट को उपरोक्त उद्धृत विभिन्न परीक्षणों के लिए आवश्यक प्रतिशत में जोड़ा जाता है।

उपयोग की जाने वाली मात्रा

काली मृदा (BCS) - अध्ययन के लिए मिट्टी के नमूनों की आवश्यकता हुई जो कि सिमरीताल - डबरा, ग्वालियर (मध्य प्रदेश) से प्राप्त की गई है। मिट्टी को विशाल सुघट्यता के व्यवहार की मिट्टी के रूप में देखा गया है जिसमें है (2.48) और 78.8% महीन मृदा है। काली मृदा, सूजन गुणों और उच्च संकुचन के लिए जानी जाती है। यह काली मृदा भारत के मध्य और पश्चिमी भागों में पाई जाती है जो हमारे देश के कुल क्षेत्र के लगभग 20% के आसपास है। काली मृदा कर्नाटक और तेलंगाना के कुछ क्षेत्रों में भी पाई जाती है। सूजन के कारण, काली मृदा को एक अच्छी इंजीनियरिंग उपयुक्त सामग्री के रूप में नहीं माना जाता है, इसके साथ ही काली मृदा, मृदा क्षेत्र में अच्छी तरह से काम करने वाली, नींव स्थापित करने के लिए उप्युक्त सामग्री बने इसके लिये अनुसंधान विधियों द्वारा कोशिश की गई है। मार्बल डस्ट (MD) - काली मृदा के सुधार में उपयोग की जाने वाली सामग्री मार्बल डस्ट (एमडी) है। उद्योग मार्बल डस्ट में बड़े कचरे का उत्पादन करता है। संगमरमर डस्ट (एमडी) ज्यादातर पत्थरों को काटने और चमकाने से मिलता है, लगभग 20-25% संगमरमर अपने काटने और परिष्करण के दौरान धूल के रूप में परिवर्तित हो जाता है। संगमरमर के धूल रूपी अपशिष्ट का निपटान एक बड़ी समस्या है, और यह पर्यावरणीय समस्या के कारणों में से एक है। सिलिका फ्यूम (SF) - सिलिकॉन और फेरोसिलिकॉन के मिश्र धातुओं के उत्पादन के दौरान, सिलिका फ्यूम (एस.एफ.) या माइक्रो-सिलिका, इलेक्ट्रिक ओवन में कोयला होने वाले उच्च शुद्धता वाले क्वार्ट्ज को कम करने से बाद के उत्पाद के रूप में उत्पादित किया जाता है। इस अध्ययन में औद्योगिक अपशिष्ट सिलिका फ्यूम (एसएफ) का उपयोग है।

तालिका 1 : मार्बल-डस्टके साथ नमूनों की विभिन्न संरचना

नमूना	संयोजन	संक्षिप्त रूप
BCS+0% MD	B.C. मिट्टी. मार्बल-डस्ट का 0%	BC0M
BCS+2% MD	B.C. मिट्टी. मार्बल-डस्टका 2%	BC2M
BCS+4% MD	B.C. मिट्टी. मार्बल-डस्ट का 4%	BC4M
BCS+6% MD	B.C. मिट्टी. मार्बल-डस्ट का 6%	BC6M

तालिका 2 : सिलिका फ्यूम के साथ नमूनों की संरचना

नमूना	संयोजन	संक्षिप्त रूप
BCS+0%SF	B.C. मिट्टी. सिलिका फ्यूम का 0%	BC0S
BCS+2.5%SF	B.C. मिट्टी. सिलिका फ्यूम का 2.5%	BC2.5S
BCS+5%SF	B.C. मिट्टी. सिलिका फ्यूम का 5%	BC5S
BCS+7.5%SF	B.C. मिट्टी. सिलिका फ्यूम का 7.5%	BC7.5S
BCS+10%SF	B.C. मिट्टी. सिलिका फ्यूम का 10%	BC10S

3. परिणाम और चर्चा

मार्बल-डस्ट को मुख्य रूप से 2%, 4% और 6% के प्रतिशत अनुपात में मिलाया और एक अलग प्रतिरूप में 2.5%, 5%, 7ण्5% और 10% सिलिका फ्यूम को मिलाया जाता है और प्रत्येक प्रतिरूप के लिए एक परीक्षण किया जाता है। इसलिए कुल मिलाकर परीक्षण के लिए 8 प्रतिरूप हैं, असंसाधित मिट्टी के 1, और इसमें विभिन्न रचनाओं के 7 प्रतिरूप मिलाया गए हैं। मिट्टी के भू-तकनीकी गुणों को बेहतर बनाने के लिए मिट्टी मे सि. लिका फ्यूम (एसएफ) और मार्बल-डस्ट(एमडी) के प्रतिरूप को मिलाया गया था। सबसे पहले, प्रतिरूप को 0% एमडी और 0% एसएफ मात्रा के लिए एटरबर्ग सीमा परीक्षण के लिए परीक्षण किया गया था, तरल सीमा, सुघट्यता सीमा, और सुघट्यता सूचकांक प्राप्त किया गया था। बाद में एमडी का 2% प्रतिरूप में मिलाया जाता है और परीक्षण दोहराया जाता है सिलिका फ्यूम के मिश्रण से तैयार नमूनों के बाद उदासीन राशि और परीक्षण किया गया मिट्टी के नमूना में एमडी और एसएफ मात्रा को बढ़ाने पर इंजीनियरिंग गुणों मे सुधार देखा जाता है। अलग-अलग मात्रा मूल्य के लिए प्रत्येक एसएफ और एमडी के लिए अलग-अलग प्रतिरूप सावधानीपूर्वक तैयार किए जाने चाहिए।

इसके बाद बीसीएस के विशिष्ट गुरुत्वाकर्षण को निर्धारित करने के लिए परीक्षण किया गया था। 0% एमडी और एसएफ मात्रा के लिए विशिष्ट गुरुत्वाकर्षण 2.48 था, परीक्षण प्रतिरूप पर एमडी के 2% मिश्रण पर विशिष्ट गुरुत्वाकर्षण कुछ मूल्य से कम हो जाता है और उपयुक्त मूल्य प्राप्त करने के लिए एमडी की 6% मात्रा तक परीक्षण किया गया था। उसके बाद विशिष्ट गुरुत्वाकर्षण परीक्षण 2.5% एसएफ मात्रा के साथ किया गया था और 10% तक बढ़ाया गया था, जिस पर विशिष्ट गुरुत्वाकर्षण का मूल्य 2.48 से 2.41 तक कम हो गया था जो अनुकूल है। संघनन परीक्षण 2% एमडी वाले नमूनों और 2.5% एसएफ वाले एक अन्य प्रतिरूप के साथ किया गया था। एमडी को 2% से 4% तक बढ़ाने पर नमी की मात्रा कम हो जाती है लेकिन 6% पर यह मामूली वृद्धि दिखाती है जबकि अधिकतम शुष्क घनत्व (एमडीडी) 0% से 4% तक बढ़ जाता है और इसे 6% तक बढ़ाने पर अधिकतम 4% पर प्राप्त होता है। इसी तरह विशिष्ट गुरुत्वाकर्षण परीक्षण किया गया था जिसमें कुछ अनिश्चितता देखी गई थी।

एमडीडी 5% के लिए अधिकतम था और 10% पर कम हो जाता है। डीएफएस परीक्षण एमडी के साथ मिट्टी के प्रतिरूप के लिए किया गया था। 0% मार्बल-डस्टपर, DFS का मूल्य 47.05 था और 6% पर 29.16 तक कम हो गया, उसी तरह सिलिका फ्यूम के साथ मिट्टी के लिए परीक्षण किया गया। DFS का 0% मूल्य 47.05 था और 10% पर DFS मान 15.17 तक पहुंच जाता है। यह SF और MD दोनों के लिए बढ़ती मात्रा पर कम हो रहा है

सीबीआर परीक्षण किया गया था जो मिट्टी की धारण क्षमता को निर्धारित करने के लिए सबसे महत्वपूर्ण परीक्षण है। यह 2.5,5 मिमी के लिए किया गया था। यह परीक्षण एमडी और एसएफ दोनों के लिए भी किया गया था प्रतिरूप में एमडी मात्रा 2% से 6% तक ली गई और प्रतिरूप में एसएफ मात्रा 2.5% से 10% तक ली गई। एमडी के 4% पर प्राप्त धारण क्षमता का अधिकतम मूल्य मिला। 2.5% SF के लिए धारण क्षमताका मूल्य 2.45 है और 10% के लिए यह 3.94 तक पहुंचता है। विश्लेषण के लिए एक ग्राफ़ प्लॉट किया गया है। अंत में यूसीएस परीक्षण किया गया था, यूसीएस के एमडी मूल्य के मामले में 0% से 4% तक अधिकतम 4% तक बढ़ जाता है, फिर कम होना शुरू हो जाता है। और यूसीएस के एसएफ मूल्य के मामले में मात्रा में वृद्धि के साथ बढ़ता जाता है। 0% पर UCS मान 130 है जो 10% पर 210 तक बढ़ जाता है। इसलिए, परीक्षण परिणामों के आधार पर एक तुलनात्मक अध्ययन किया जाता है और परिणाम प्राप्त किया जाता है जो नींव के लिए उपयोगी है।

क. एटरबर्ग (Atterberg) सीमा परीक्षण परिणाम

मार्बल-डस्ट और सिलिका फ्यूम की वृद्धि के साथ, यह देखा गया कि तरल सीमा और सुघट्यता सूचकांक में कमी आई है। यह इंगित करता है कि मार्बल-डस्टऔर सिलिका फ्यूम मिट्टी के कणों के लिए एक अच्छा बाइंडर है। तरल सीमा और सुघट्यता सीमा IS 2720 IV (1970) के दिशानिर्देशों के अनुसार की गई थी।

तालिका 3 : एटरबर्ग सीमा - मार्बल-डस्ट के साथ काली कपास मिट्टी

परीक्षण (%)	**BC0M**	**BC2M**	**BC4M**	**BC6M**				
नमूना	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2
तरल सीमा (एल.एल.)	52	54	50	51	48	47	45	44
प्लास्टिक सीमा (P.L.)	28	26	27	25	26	24	25	23
सुघट्यता सूचकांक (P.I.)	24	28	23	26	22	23	20	21

तालिका 4 : एटरबर्ग सीमा - सिलिका फ्यूम के साथ काले कपास मिट्टी

परीक्षण	**BC0S**	**BC2.5S**	**BC5S**	**BC7.5S**	**BC10S**					
नमूना	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2
तरल सीमा (LL)	52	54	52	53	49	49	46	45	42	43
सुघट्यता सीमा (PL)	28	26	27	27	26	27	24	24	21	23
सुघट्यता सूचकांक (पीआई)	24	28	24	26	23	22	22	21	21	20

ख. विशिष्ट गुरुत्वाकर्षण

एमडी और एसएफ मात्रा की बढ़ी हुई संरचना मिट्टी के विशिष्ट गुरुत्वाकर्षण को कम करती है। मार्बल-डस्ट मात्रा में वृद्धि के साथ, विशिष्ट गुरुत्वाकर्षण कम हो रही है। इसी तरह सिलिका फ्यूम में वृद्धि विशिष्ट गुरुत्वाकर्षण कम हो रहा है।

तालिका 5 : विशिष्ट गुरुत्वाकर्षण - मार्बल-डस्टके साथ काली कपास मिट्टी

परीक्षा	**BC0M**	**BC2M**	**BC4M**	**BC6M**
नमूना 1 के लिए G	2.48	2.47	2.45	2.42
नमूना 2 के लिए G	2.49	2.48	2.44	2.43

तालिका 6 : विशिष्ट गुरुत्वाकर्षण - सिलिका फ्यूम के साथ काले कपास मिट्टी

परीक्षा	**BC0S**	**BC2.5S**	**BC5S**	**BC7.5S**	**BC10S**
नमूना 1 के लिए G	2.48	2.47	2.43	2.42	2.41
नमूना 2 के लिए G	2.49	2.46	2.44	2.42	2.40

ग. संघनन परीक्षण

संघनन परीक्षण में एमडी को बढ़ाने पर ओएमसी कम हो रहा है और एमडीडी बढ़ रहा है और 4% एमडी में अत्यधिक हो जाती है, बीसीएस में एसएफ में वृद्धि ओएमसी बढ़ जाती है और एमडीडी कम हो जाती है। यह परीक्षण IS 2720 VI (1974) में दिए गए दिशानिर्देशों का पालन करके किया गया था।

तालिका 7 : ओएमसी और एमडीडी - मार्बल-डस्टके साथ काली कपास मिट्टी

परीक्षण (%)	**BC0M**		**BC2M**		**BC4M**		**BC6M**	
नमूना	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2
नमी मात्रा (OMC)	16	17	15	16	13	15	14	16
MDD	1.64	1.67	1.70	1.71	1.82	1.79	1.75	1.76

तालिका 8 : ओएमसी और एमडीडी - सिलिका फ्यूम के साथ काली कपास मिट्टी

परीक्षण	**BC0S**		**BC2.5S**		**BC5S**		**BC7.5S**		**BC10S**	
नमूना	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2
नमी मात्रा (OMC)	16	17	19	20	18	18	20	21	21	22
MDD	1.64	1.67	1.56	158	1.62	1.61	1.60	1.58	1.58	1.57

घ. अवकलित सूजन (Differential Free Swell)

एमडी और एसएफ दोनों के प्रतिशत में वृद्धि करने से डीएफएस में कमी आई है।

तालिका 9 : DFS - मार्बल-डस्टके साथ काली कपास मिट्टी

परीक्षण (%)	**BC0M**	**BC2M**	**BC4M**	**BC6M**
नमूना 1 के लिए DFS	47.05	41.23	38.01	29.16
नमूना 2 के लिए DFS	51.10	47.45	34.89	27.41

तालिका 10 : DFS - सिलिका फ्यूम के साथ काले कपास मिट्टी

परीक्षण (%)	**BC0S**	**BC2.5S**	**BC5S**	**BC7.5S**	**BC10S**
नमूना 1 के लिए DFS	47.05	32.82	25.03	20.62	15.17
नमूना 2 के लिए DFS	51.10	41.22	28.41	19.39	14.86

ङ. California Bearing Ratio Test (सी.बी.आर.)

एमडी की मात्रा को बढ़ाने में सीबीआर बढ़ रहा है और 4% पर अच्छा है और BCS में SFK के उपयोग करने से सीबीआर मूल्य में वृद्धि हुई है। यह परीक्षण आईएस 2720 XVI (1979) के दिशानिर्देशों के अनुसार किया गया था।

तालिका 11 : सीबीआर (CBR) - मार्बल-डस्ट के साथ काली कपास मिट्टी

परीक्षण	**BC0M**		**BC2M**		**BC4M**		**BC6M**	
नमूना	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2
2.5mm	2.27	2.36	2.685	3.11	4.624	4.88	3.84	4.22
5mm	2.12	2.29	2.37	2.98	4.425	4.75	3.75	3.89
CBR (%)	2.27	2.36	2.685	3.11	4.624	4.91	3.84	4.22

तालिका 12 : सीबीआर (CBR) - सिलिका फ्यूम के साथ काली कपास मिट्टी

परीक्षण	**BC0S**	**BC2.5S**	**BC5S**	**BC7.5S**	**BC10S**
S1 CBR (%)	2.27	2.451	2.897	2.92	3.947
S2 CBR (%)	2.36	2.514	2.92	3.217	3.85

च. आबधित संपीड़न शक्ति (Unconfined Compressive Strength)

एम.डी. प्रतिशत में वृद्धि हुई है, जिससे यूसीएस बढ़ रहा है और एमण्डी. मूल्य के 4% पर यह अधिकतम है, और बीसीएस में एसएफ में वृद्धि भी प्रतिशत बढ़ रही है।

तालिका 13 : UCS - सिलिका फ्यूम के साथ काले कपास मिट्टी

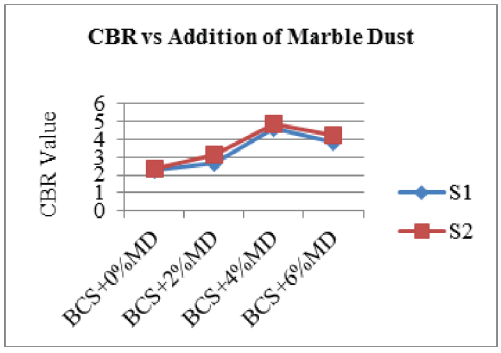
परीक्षा UCS (kN/m2)	**BC0M**	**BC2M**	**BC4M**	**BC6M**
नमूना 1	130	140	190	165
नमूना 2	135	150	195	180

तालिका 14 : UCS - सिलिका फ्यूम के साथ काले कपास मिट्टी

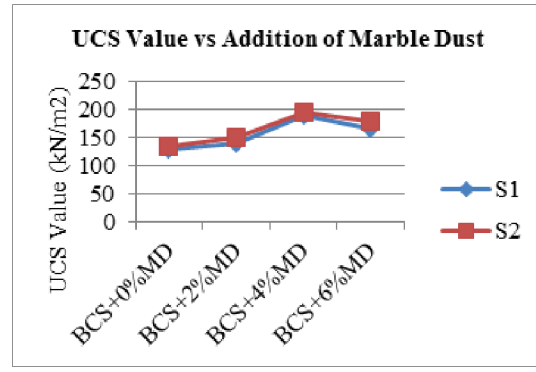
परीक्षा UCS (kN/m2)	BC0S	BC2.5S	BC5S	BC7.5S	BC10S
नमूना 1	130	145	180	195	210
नमूना 2	135	140	190	205	235

4. निष्कर्ष

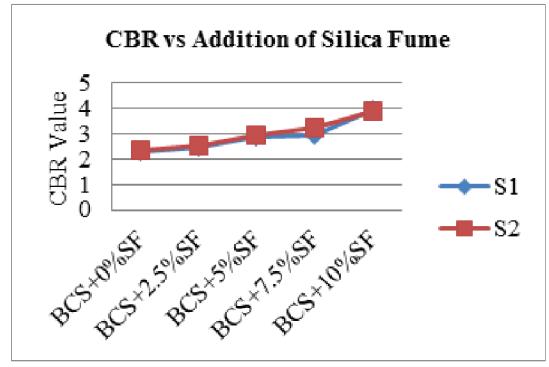
इस अध्ययन में पहले मिट्टी को मार्बल डस्ट के विभिन्न प्रतिशत मे मिश्रित किया जाता है और फिर सिलिका फ्यूम की मात्रा के साथ मिश्रित किया जाता है, एटरबर्ग की सीमा परीक्षण सेटअप मे दोनों (मार्बल-डस्ट और सिलिका फ्यूम) की तरल सीमा में कमी और दोनों की सुघट्यता सूचकांक में वृद्धि, मात्रा की वृद्धि के साथ देखा गया है। विशिष्ट गुरुत्वाकर्षण, एम.डी. और एस.एफ. प्रतिशत में वृद्धि के साथ कम हो जाता है। मार्बल-डस्ट और सिलिका फ्यूम मिट्टी के संघनन के मापदंडों को बदल देता है, मार्बल-डस्ट में शुद्ध अधिकतम शुष्क घनत्व बढ़ रहा है और इष्टतम नमी मात्रा कम हो जाती है। सिलिका फ्यूम में अधिकतम शुष्क घनत्व है जो सिलिका फ्यूम की मात्रा के के साथ कम हो जाता है और इष्टतम नमी मात्रा सिलिका फ्यूम की मात्रा की वृद्धि के साथ मात्रा में बढ़ जाती है। अधिकतम शुष्क घनत्व एम.डी. मात्रा के 4% और एस.एफ. मात्रा के 5% के लिए अपने उच्चतम मूल्य पर है। एस.एफ. और एम.डी. मात्रा प्रतिशत में बढ़ने के साथ DFS कम हो रही है। सीबीआर परीक्षण मूल्य दोनों सिलिका फ्यूम और मार्बल डस्ट में बढ़ रहा है। सीबीआर अनुपात मार्बल-डस्ट के 4% पर अधिकतम था। सिलिका फ्यूम और मार्कल डस्ट की वृद्धि के साथ यू.सी.एस. बढ़ रहा है। UCS भी 4% एम.डी. के लिये अधिकतम था फिर कम होने लगा।



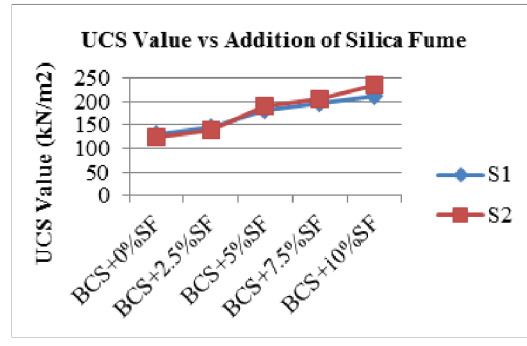
चित्र 1 : मार्बल-डस्ट के साथ सीबीआर टेस्ट



चित्र 2 : मार्बल-डस्ट के



चित्र 3 : सिलिका फ्यूम के साथ सी



चित्र 4 : सिलिका फ्यूम के साथ यूसीएस परीक्षण

हिंदी शब्दावली तालिका :

Black Cotton Soil	काली मृदा
Bearing capacity	धारण क्षमता
Compaction Test	संघनन परीक्षण
Compressive Shear Strength	संपीड़न अपरूपण सामर्थ्य
Differential Free Swell	अवकलित सूजन
Maximum Dry Unit Weight	अधिकतम शुष्क इकाई वजन
Optimum Water Content	इष्टतम पानी की मात्रा
Plastic Limit	सुघट्यता सीमा
Plasticity Index	सुघट्यता सूचकांक
Specific Gravity	विशिष्ट गुरुत्वाकर्षण
Swelling	सूजन
Unconfined Compressive Strength	आबधित संपीड़न शक्ति

संदर्भ सूची

[1] F. H. Chen, Foundation on Expansive Soil, Developments in Geotechnical Engineering. Elsevier Publishing Co., Amsterdam, 1988.

[2] C.O. oagbue and T.U.S. Onyeobi, "Potential of marble dust to stabilise red tropical soils for road construction," 1999.

[3] E. Kalkan and S.Akbulut, "The positive ffeects of silica fume on the permeability, swelling pressure and compressive strength of natural clay liners," Engineering Geology, vol. 73, no. 1-2, pp. 145-156, May 2004.

[4] C. Negi, R.K. Yadav, and A.K. Singhai, "Effect of Silica Fume on Engineering Properties of Black Cotton Soil", International Journal of Computational Engineering Research, Vol, p. 7.

[5] A.S. Muntohar, A. Widianti, E. Hartono, and W. Diana, "Engineering Properties of Silty Soil Stabilized with Lime and Rice Husk Ash and Reinforced with Waste Plastic Fiber," Journal of Materials in Civil Engineering, vol. 25, no. 9, pp. 1260–1270, Sep. 2013.

[6] S. Jaharou, B. Eng, P. K.J. Osinubi, and T. S. izimdiya, "Stabilization of black cotton soil with iron ore tailing a thesis presented in partial fulfilment of the requirement for the award of the degree of master of science in civil engineering department of civil engineering faculty of engineering, ahmadu bello university zaria, nigeria supervisors," 2015.

[7] A.R. Goodazki, H.R. Akbari, and M. Salimi, ''Enhanced stabilization of highly expansive clays by mixing cement and silica fume," Applied Clay Science, vol. 132–133, pp. 675–684, Nov. 2016.

[8] M.T. Tiza, S. Singh, T. Michael, and S.K. Singh, "A Survey of Literature on Impact of Silica Fume (SF) and Saw Dust Ash (SDA) On Expansive Soil," 2016.

[9] P. Gradua, "Cite this Article: Sree Stabilition Using Marb Technology," 2017.

[10] S. Mary, R. Sharmila, A.T. Sabu, and S.Arun, "Experimental Study on the Stabilization of Soil using Eggshell Powder and Coir Fibres as a Sustainable Alternative," Alpha Publishers, 2019.

उस महान शक्तिशाली सभ्यता में अनंत झंझावातों को झेलने की कोई तो अन्तर्भूत क्षमता रही होगी जिसने अपनी आँखों के सामने असीरिया की नीलनद घाटी तथा बेबीलोन की बौद्धिक संस्कृतियों को उठते, गिरते और विलुप्त होते हुए देखा है और जो आज भी उसी अचल आस्था से भविष्य की ओर टकटकी लगाए देख रही है जो उसे अतीत में प्राप्त थी ।

डा॰ जगदीश चन्द्र बोस