भारतीय वैज्ञानिक एवं औद्योगिक अनुसंधान पत्रिका
वर्ष 28 अंक (2) दिसम्बर 2020 पृ. 173-181

अस्थिरता के पूर्वानुमान के लिए खुली खदान एवं डंप का ढलान अवलोकन

राकेश कुमार सिंह, मनीष कुमार, संजय कुमार रॉय, जितेन्द्र कुमार सिंह एवं वीरेन्द्र कुमार सिंह
सीएसआईआर-केंद्रीय खनन एवं ईंधन अनुसंधान संस्थान, धनबाद 825 015 (झारखंड)

सारांश : यह तकनीकी शोध पत्र मैसर्स ओडिशा माइनिंग कॉर्पोरेशन के 110 मीटर गहरी क्रोमाइट खदान और इसकी 90 मीटर ऊंची डंप से सम्बन्धित विशेष अध्ययन प्रस्तुत करता है। खदान के अंदर और डंप के चारों ओर अस्थिरता का पता लगाने के लिए ट्रिम्बल टोटल स्टेशन की सहायता से दीर्घकालिक ढलान अवलोकन त्रैमासिक आधार पर किया गया था। अवलोकन स्टेशन खदान और डंप के अलग-अलग बेंचों पर बनाए गए थे। खदान में स्थित सारे अवलोकन स्टेशन के अवलोकन के चार साल के आंकड़ों के आधार पर यह कहा जा सकता है कि इनके स्थान में अधिकतम परिवर्तन 3.2 सेंटीमीटर पाया गया। इसका संचयी परिवर्तन का रुझान बढ़ते क्रम (त्वरण की गति) को नहीं दिखाता है। अतः यह ढलान के अस्थिरता के दृष्टिकोण से गंभीर चिंता का विषय नहीं है। यदि अवलोकन का आंकड़ा का रुझान लगातार बढ़ते क्रम में आता है तो यह गंभीर चिंता का विषय है। अन्यथा परिवर्तन बाहरी कारकों के कारण होने की सर्वाधिक संभावना है और ढलान की स्थिति में वास्तविक परिवर्तन नहीं है। लेकिन डंप में स्थित कुछ अवलोकन स्टेशन पर चार वर्षों में अधिकतम संचयी परिवर्तन 43.0 सेंटीमीटर के रूप में देखा गया, जिससे डंप में अस्थिर क्षेत्र की पहचान करने में सहायता मिली। खदान प्रबंधन को डंप के इस क्षेत्र में सतर्क रहने की जरूरत है और अवलोकन स्टेशन को कम अंतराल पर स्थापित करना आवश्यक है। यदि अवलोकन का आंकड़ा निरंतर बढ़ती प्रवृत्ति को दिखाता है तो यह आने वाले समय में अस्थिर होकर गिर सकता है। इसलिए यह अध्ययन खदान में कार्यरत व्यक्ति और यंत्र की सुरक्षा के लिए समय से पूर्व अस्थिरता का पता लगाने के लिए बहुत उपयोगी था।

Slpoe monitoring of an open pit mine and dump for prediction of instability

Rakesh Kumar Singh, Manish Kumar, Sanjay Kumar Roy, Jitendra Kumar Singh & Virendra Kumar Singh
CSIR-Central Institute of Mining & Fuel Research, Dhanbad 825 015 (Jharkhand)

Abstract

The technical paper present a case study related to slope monitoring of a 110 m deep chromite mine and its 90m high dump of Odisha Mining Corporation. The long term slope monitoring study was conducted by Trimble Total Station on quarterly basis to detect any movement in and around the mine and dump. The monitoring stations were located on different benches of the pit and dump. Based on the slope monitoring data of four years presented in this paper, it can be said that the maximum change in positions of different monitoring stations installed in pit was 3.2 cm. Its cumulative change does not show any increasing trend (acceleration in movement). So, it is not of great concern from pit instability point of view. If the change of the movement monitoring data is regularly showing increasing trend then only it is of great concern. Otherwise the change is most likely due to external factor and not due to actual movement in the slope. But, the maximum cumulative change in the dump has been observed as 43 cm in four years period which helped in identification of unstable zone. The mine management was asked to be careful in this zone and should install monitoring stations at closer intervals. If the monitoring shows regularly increasing trend then it may fail in due course of time. So, this study was useful to detect movement in advance for the safety of men and material of the mine.

प्रस्तावना

यह शोध पत्र मैसर्स ओडिशा माइनिंग कार्पोरेशन की क्रोमाइट खान के डी-ब्लॉक खदान एवं समीपवर्ती आसन्न बाहरी डंप के ढलान अवलोकन से संबंधित है।

यह खदान ओडिशा में है जो भुवनेश्वर से 150 किलोमीटर की दूरी पर स्थित है। यह खदान पूरी तरह से यंत्रीकृत है। अधिभार हटाने के लिए शावल-डम्फर के संयोजन को उपयोग में लाया जाता है। पिछले दो दशकों से पूरे भारत के क्रोम अयस्क

के उत्पादन का लगभग 95% हिस्सा का उत्पादन उस क्षेत्र में होता है जिसमें यह खदान स्थित है। यह क्षेत्र न केवल देशीय आवश्यकताओं की पूर्ति करता है बल्कि निम्न ग्रेड और फ्राइबल क्रोम अयस्क के साथ-साथ धातुकर्म उत्पाद जैसे चार्ज क्रोम और फेरोक्रोम का निर्यात भी यहाँ से होता है। खदान की कुल गहराई 110 मीटर है।

खुली खदान का संचालन बहुत हद तक ढलान की सुरक्षा पर निर्भर करता है। किसी भी प्रकार की ढलान अस्थिरता से क्रोम अयस्क के उत्पादन में विलंब या बंद होने का खतरा बना रहता है, जो खदान की आय को प्रभावित कर सकता है। ढलान की स्थिरता मुख्य रूप से ढलान सामग्री के गुणों एवं ढलान में भूजल तथा वर्षा जल की स्थिति पर निर्भर करता है। अपक्षीण ढलान सामग्री में ढलान की वृत्ताकार विफलता एक मूल अस्थिरता है। इस खान में खदान एवं डंप की ढलान की स्थलीय अस्थिरता का अवलोकन ट्रिम्बल टोटल स्टेशन उपकरण की सहायता से किया गया है।

ढलान अवलोकन

अवलोकन से प्राप्त जानकारियों का उपयोग सुरक्षा नियंत्रण, वर्तमान खनन योजनाओं के मूल्यांकन और भविष्य की ढलान डिजाइन सहित विविध महत्वपूर्ण कार्यों के लिए किया जाता है[6]। यह अवलोकन खान नियोजन में महत्वपूर्ण निविष्ट जानकारी उपलब्ध कराता है। प्रारम्भ में ही अस्थिता वाले भाग की पहचान होने से सुधारात्मक उपाय कर खान की स्थिरता पर होने वाले विपरीत प्रभाव को कम किया जा सकता है। प्रभावी अवलोकन प्रणाली सुरक्षा उद्देश्यों की पूर्ति के लिए खान प्रबंधन को जल्दी और प्रभावी निर्णय लेने की क्षमता प्रदान करती है।

ढलान का अवलोकन के उद्देश्य और महत्व

ढलान अवलोकन अध्ययन का मुख्य उद्देश्य खान में होने वाले किसी भी प्रकार की अस्थिरता को समय से पूर्व पता लगाना होता है ताकि व्यक्ति और खान यंत्र को होने वाली संभावित भारी क्षति से बचाया जा सके। यदि अस्थिरता टालने योग्य नहीं है तो पूर्वानुमानित तरीके से कम किया जा सकता है। प्रारम्भिक चरणों में यदि कोई अस्थिरता का पता चलता है तो इसे उपयुक्त सुरक्षात्मक उपाय कर स्थिर किया जा सकता है। यदि अस्थिरता का बाद की अवस्था में पता चलता है तो उसे स्थिर करने या नियंत्रित करने में काफी परेशानी होती है।

खान में ढलान सामग्री और डंप सामग्री स्वाभाविक रूप से कमजोर होती है। जब अस्थिर क्षेत्रों के नजदीक से व्यक्ति या भारी खनन यंत्र गुजरता या काम करता है तो ढलान की अस्थिरता के परिणाम काफी विनाशकारी साबित हो सकते हैं। यह अस्थिरता संपूर्ण खनन कार्यों के लिए गंभीर समस्या उत्पन्न कर सकती है।

ढलान की अस्थिरता कभी भी अचानक नहीं होती है। ढलान अस्थिर हो रहा है, इसको समझने के लिए पर्याप्त संकेत मिलते हैं। आमतौर पर ढलान की ऊपरी सतह पर दरारों का उत्पन्न होना अस्थिरता की पहली निशानी है। इसे अस्थिरता की पहली चेतावनी के रूप में माना जाना चाहिए[4]।

यह उल्लेखनीय है कि अस्थिर भाग में अस्थिरता का परिणाम विनाशकारी हो सकता है। आमतौर पर स्वाभाविक प्रश्न यह उठता है कि अस्थिरता की गति की किस दर पर व्यक्ति और यंत्र को हटा लेना चाहिए। वास्तव में अस्थिर भाग में अस्थिरता की गति कई कारकों, जैसे मृदा चट्टान के प्रकार, ढलान पर पानी का दबाब, अस्थिर भाग में मौजूद असांतत्य इत्यादि पर निर्भर करता है। प्रत्येक विशिष्ट स्थिति में विफलता के दौरान अस्थिरता की गति के लिए एक प्रयोग सिद्ध मानक स्थापित करना आसान नहीं है। इसलिए केवल अस्थिरता की त्वरण की दर बतलाती है कि कब व्यक्तियों और भारी यंत्रों को हटा लेना चाहिए[5]।

विफलता के पहले के ढलान का विस्थापन मीटर में होता है, न कि मिलीमीटर में होता है[4]। ढलान विफलता के सही आकलन के लिए केवल ढलान की गति का आकलन पर्याप्त नहीं है। इसकी तुलना में ढ़लान की त्वरित दर सही आकलन देती है, जो विफलता का कारण बनता है।

जैसे ही किसी अस्थिरता की गति का पता चलता है, मृदा और चट्टानों में हुए 200 से अधिक ढलान की विफलता के अध्ययन के आधार पर ब्राउनर[5], ने यह निष्कर्ष निकाला कि जब ढलान की अस्थिता की गति प्रत्येक दिन 25 mm प्रति दिन से कम होने पर 24 घंटे से कम समय में पूर्ण ढलान की विफलता की घटना भूकंप की अपवादों को छोड़ कर नहीं हुई है। हालांकि, अस्थिरता की गति घोषित खतरों के समय 12 mm प्रतिदिन मानी जा सकती है। यद्यपि यह खदान के हिसाब से परिवर्तित होती है क्योंकि उनकी भूस्थिति अलग-अलग होती है।

अवलोकन पद्धति

अवलोकन के लिए सर्वेक्षण आधारित पद्धतियों का उपयोग किया जा सकता है जो संभावित अस्थिर क्षेत्र के बाहर किसी आधार के सापेक्ष में किसी निश्चित अवलोकन स्टेशन की अस्थिरता, गति, त्वरण का निर्धारण करता है।

पिछले कुछ वर्षों में ढलान अस्थिरता में प्रयोग में लायी जाने वाली विभिन्न प्रौद्योगिकियों की परिशुद्धता एवं लागत प्रभावशीलता दोनों में काफी सुधार हुई है। ढलान अस्थिरता अवलोकन में प्रयोग होने वाली कुछ प्रौद्योगिकियां निम्नलिखित हैं।

(क) टोटल स्टेशन - आधारित मॉनीट्रिंग
(ख) टेन्सन क्रैक मॉनीटर्स
(ग) स्थलीय फोटोग्राममिति पद्धति
(घ) ग्लोबल पोजीशनिंग सिस्टम
(ङ) कम्प्यूटरीकृत टोटल स्टेशन अवलोकन
(च) 3-डी लेजर स्कैनर
(छ) स्लोप स्टेबिलिटी रडार

इसमें से सही पद्धति का चुनाव खनन प्रणाली एवं संभावित ढलान अस्थिरता स्थान, स्थिति एवं दुष्परिणाम पर निर्भर करता है। जो भी ढलान के अवलोकन के लिए उपयोग की जाने वाली तकनीक है, उसका उद्देश्य भविष्य में होने वाली ढलान विफलता की अस्थिरता का विस्थापन और उस समय के उपलब्ध आंकडों का उचित विश्लेषण कर विफलता के संभावित समय एवं कारणों का पता लगाना होता है। मानक सर्वेक्षण तकनीकों पर आधारित दूर से ढलान की सतह का अवलोकन करने की क्षमता के कारण ढलान अवलोकन को व्यापक स्वीकृति प्राप्त है। टोटल स्टेशन की कम लागत एवं कुशल श्रमशक्ति की हरेक खदान में उपलब्धता के कारण उपयोग ढलान अस्थिरता के अवलोकन के लिए प्रारम्भिक स्तर पर बहुत उपयोगी है और भारत में व्यापक स्तर पर उपयोग हो रहा है।

ओडिशा माइनिंग कॉर्पोरेशन की खान एवं डंप की ढलान का अवलोकन

ओडिशा माइनिंग कार्पोरेशन की क्रोमाइट अयस्क की डी-ब्लॉक खुली खदान एवं समीपवर्ती बाहरी डंप के ढलान अस्थिरता अवलोकन के लिए ट्रिम्बल निर्मित टोटल स्टेशन उपकरण का उपयोग किया गया है।

सीएसआईआर-सीआईएमएफआर द्वारा ढलान के अवलोकन का अध्ययन त्रैमासिक आधार पर यानि वर्ष में चार बार लगातार चार वर्ष (2012-2016) तक किया गया है[5]। सीमित भाग में ढलान अवलोकन के लिए अवलोकन स्टेशन स्थापित किए गए हैं। उपकरण के उपयोग के लिए खान के स्थाई भू-भाग पर आधार अवलोकन स्टेशन स्थापित किया गया। चिन्हित भू-भाग पर ढलान अवलोकन के लिए लगाए गए अवलोकन स्टेशन से उपलब्ध दो अवलोकनों के पर्यवेक्षण के अंतर का डेटा सम्बन्धित भू-भाग की अस्थिरता के विस्थापन को बताता है। जिससे विस्थापन की गति एवं त्वरण भी निकाला जा सकता है।

डी-ब्लॉक खदान की ढलान

ओडिशा माइनिंग कार्पोरेशन डी-ब्लॉक खुली खदान के ढलान अस्थिरता अवलोकन के लिए खदान के ऊपरी भित्ति और आधार भित्ति की ओर क्रमशः 25 और 69 अवलोकन के लिए अवलोकन स्टेशन स्थापित किए गए। ऊपरी भित्ति और आधार भित्ति के अवलोकन स्टेशन के अवलोकन के लिए एक-एक आधार स्टेशन आधार भित्ति ऊपरी भित्ति और ऊपरी भित्ति के स्थिर भाग में स्थापित किया गया था। अवलोकन स्टेशन और आधार अवलोकन स्टेशन की छड़ की ऊपरी सतह समतल और उसके मध्य में छिद्र किया गया था ताकि अवलोकन प्रिज्म एवं टोटल स्टेशन का सही से केंद्रण किया जा सके। वैसे तो अवलोकन त्रैमासिक आधार पर किया गया है लेकिन इस शोध पत्र में केवल वार्षिक आंकड़ा प्रस्तुत किया गया है। चित्र 1 में ओडिशा माइनिंग कॉर्पोरेशन की डी-ब्लॉक खदान को दिखाया गया है।

वर्ष 2012 से 2016 के दौरान अवलोकन से प्राप्त क्षैतिज दूरी के पर्यवेक्षण में हुए परिवर्तन को सारणी 1 और 2 में दर्शाया गया है। सारणी 1 में डी-ब्लॉक खदान की ढलान के ऊपरी भित्ति की ओर 113 मीटर समानीत तल पर स्थित अवलोकन स्टेशन का क्षैतिज दूरी में परिवर्तन को समझाया गया है। ऊपरी भित्ति के 113 मीटर समानीत तल पर अवलोकन स्टेशन संख्या H1से H25 कुल 25 अवलोकन स्टेशन स्थित थे। जिसका अवलोकन आधार स्टेशन संख्या BS-F से किया गया। जिसमें अवलोकन संख्या H6 और H25 जुलाई 2016 के अवलोकन के दौरान क्रमशः ढका और टूटा पाया गया।

वर्ष 2012 से 2016 के दौरान, ऊपरी भित्ति पर स्थित अवलोकन स्टेशनों क्रमशः H/2, H/8 और H/23 (सारणी 1) का अधिकतम संचयी परिवर्तन 3.2,3.0 एवं 2.9 सेंटीमीटर पाया गया।

सारणी 2 में डी-ब्लॉक खदान के ढलान की आधार भित्ति की ओर 113 मीटर, 125 मीटर और 149 मीटर समानीत तल पर स्थित अवलोकन स्टेशन का क्षैतिज दूरी में परिवर्तन को बतलाया गया है। समानीत तल 113 मीटर, 125 मीटर और 149 मीटर पर

चित्र 1 — डी-ब्लॉक खदान

क्रमशः F1 से F23, F26 से F53 और T1 से T18 कुल 69 अवलोकन स्टेशन हैं। अवलोकन स्टेशन संख्या F24 और F25 शुरुआत से ही अवलोकन आधार स्टेशन से दिखाई नहीं देता था। जुलाई 2016 के अवलोकन के दौरान कुछ अवलोकन स्टेशन टूटा पाया गया, जो सारणी 2 में दर्शाया गया है।

वर्ष 2012 से 2016 के दौरान, आधार भित्ति पर स्थित अवलोकन स्टेशनों क्रमशः संख्या F/17, F/18 और F/51 (सारणी 2) का अधिकतम संचयी परिवर्तन 3.0, 2.8 एवं 2.4 सेंटीमीटर पाया गया।

सारणी 1 और 2 में क्षैतिज दूरी में परिवर्तन के संख्यात्मक मूल्य से पहले (+) और (-) का चिन्ह आधार स्टेशन और अवलोकन स्टेशन के बीच सापेक्षिक दूरी में क्रमशः वृद्धि और कमी को बतलाता है। यहाँ ध्यान देने वाली बात यह है अगर क्षैतिज दूरी में परिवर्तन अगर (-) रहता है तो यह दर्शाता है कि ढलान में झुकाव अस्थिरता की ओर है। अगर यह परिवर्तन (+) होता है तो इसका झुकाव आधार स्टेशन से दूर हो रहा है जो इसकी स्थिरता की तरफ है या मानवीय भूल अथवा उपकरण की त्रुटि के कारण हो सकता है और यह परिवर्तन बहुत अभिप्रायपूर्ण नहीं हैं। यदि अवलोकन के डेटा में परिवर्तन लगातार त्वरित गति से बढ़ता है तो यह चिंता का कारण हो सकता है। अन्यथा परिवर्तन बाहरी कारणों जैसे अवलोकन स्टेशन के नजदीक यंत्रों अथवा उपकरणों के उपयोग, मानवीय भूल, अवलोकन स्टेशन की जमीन के नीचे धंसने इत्यादि के कारण होता है।

सारणी 1 और 2 में वर्णित 2012 से 2016 के दौरान ढलान के अवलोकन के परिणाम के आधार पर यह स्पष्ट है कि आधार भित्ति में स्थित अवलोकन स्टेशनों में अधिकतम संचयी परिवर्तन केवल 3.0 सेंटीमीटर पाया गया। इसी प्रकार अवलोकन का परिणाम यह दर्शाता है उपरिभित्ति में स्थित अवलोकन स्टेशनों में अधिकतम विस्थापन 3.2 सेंटीमीटर पाया गया। यह एक अभिप्रायपूर्ण अस्थिरता नहीं है लेकिन इसका मतलब यह कदापि नहीं है कि भविष्य में अस्थिरता कि घटना नहीं होगी। इसमें कभी भी संवेग उत्पन्न हो सकता है और विफलता का कारण बन सकता है। खनन क्षेत्र में ढलान सामग्री के गुण, भूगर्भ जल और विस्फोटन के कारण उत्पन्न वर्तमान दबाव में लगातार परिवर्तन होता है। पूरी प्रणाली दबाव के पुनर्वितरण और समायोजन के बाद संतुलन में आने का प्रयास करती है जो किसी भी समय अस्थिरता का कारण हो सकता है। इसलिए अस्थिरता का पता लगाने के लिए निरंतर ढलान का अवलोकन जारी रखना चाहिए। खान में कार्यरत व्यक्ति और उपकरण की सुरक्षा के लिए ढलान अवलोकन अध्ययन बहुत उपयोगी है।

सारणी 1 – आधार स्टेशन BS-F से ऊपरी भित्ति की ओर स्थित अवलोकन स्टेशन की क्षैतिज दूरी में परिवर्तन

अवलोकन स्टेशन का समानीत तल	अवलोकन स्टेशन संख्या	प्रारंभिक क्षैतिज दूरी (m) नवम्बर 2012	क्षैतिज दूरी में परिवर्तन (cm) सितम्बर 2013	अगस्त 2014	जुलाई 2015	जुलाई 2016
113 mRL	H1	779.432	-0.9	+0.6	-0.5	-1.1
	H2	775.003	-0.5	+0.7	-0.5	-3.2
	H3	770.289	-0.6	+1.0	-0.3	-1.4
	H4	766.160	-1.3	+0.7	-0.1	-1.5
	H5	750.751	-1.9	+0.8	-0.1	-1.1
	H6	730.972	-2.3	+0.6	+0.1	Covered
	H7	706.419	-1.0	+0.6	-0.1	-2.1
	H8	683.134	-0.9	+0.2	-0.4	-3.0
	H9	652.702	-0.5	+0.4	-0.3	-0.2
	H10	629.026	-2.4	+0.5	-0.1	-1.1
	H11	607.080	-1.9	+0.7	-0.1	-1.2
	H12	591.730	-1.1	0.0	+0.7	-2.3
	H13	568.099	-1.0	-0.1	-0.3	-1.2
	H14	594.822	-0.5	0.0	+0.4	-1.4
	H15	594.948	-0.7	+0.6	-0.2	-1.8
	H16	599.168	-1.2	+0.2	+0.5	-0.7
	H17	605.311	-1.1	+0.3	-0.1	-1.6
	H18	616.080	-1.6	-0.1	+0.3	-2.1
	H19	642.897	-1.8	-0.6	-0.1	-1.7
	H20	677.484	-1.2	+0.8	+0.7	-0.6
	H21	705.173	-0.8	+0.8	-0.8	-2.1
	H22	723.601	-1.3	+0.4	-1.7	-2.2
	H23	738.397	-1.4	+0.2	-1.4	-2.9
	H24	746.369	-1.5	0.0	-1.1	-2.3
	H25	739.481	-0.2	+0.2	0.0	Broken

डी-ब्लॉक खदान डंप

सीएसआईआर-सीआईएमएफआर द्वारा डी-ब्लॉक खदान के डंप का ढलान अवलोकन अध्ययन भी त्रैमासिक आधार पर वर्ष में चार बार किया गया। डंप के विभिन्न भागों में कुल 25 अवलोकन स्टेशन, संख्या D1 से D25 तक स्थापित किया गया। स्पष्ट देखने के लिए तीन अलग-अलग आधार स्टेशनों से इन अवलोकन स्टेशनों का अवलोकन की गई थी।

अवलोकन स्टेशन संख्या D1 से D7, D8 से D17 और D18 से D25 का अवलोकन क्रमशः आधार स्टेशन संख्या BS-F, DBS-2 और DBS-3 से किया गया है। अक्तूबर 2016 के दौरान अवलोकन स्टेशन D6 और D7 दिखाई नहीं दिया एवं D15 टूटा पाया गया। चित्र 2 में डी-ब्लॉक खदान के डंप के एक हिस्से को दिखाया गया है।

डी-ब्लॉक खदान डंप में लगाए गए विभिन्न अवलोकन स्टेशनों का सम्बन्धित आधार स्टेशन से वर्ष 2013 से 2016 के दौरान लिए गए क्षैतिज दूरी में संचयी परिवर्तन सारणी 3 में प्रस्तुत किए गए हैं।

डंप पर ढलान अवलोकन के लिए उपलब्ध सभी अवलोकन स्टेशनों में अवलोकन स्टेशन संख्या D16 और D17 के क्षैतिज दूरी में क्रमशः अधिकतम संचयी परिवर्तन 43.0 सेंटीमीटर और 28.5 सेंटीमीटर पाया गया। वर्ष 2015 में अवलोकन संख्या D16 का अधिकतम संचयी परिवर्तन 26.2 सेंटीमीटर था जो 2016 में बढ़कर 43.0 सेंटीमीटर हो गया, D8 से D21 के अवलोकन स्टेशनों मे भी परिवर्तन पाया गया।

डंप की अवलोकन स्टेशन संख्या D8 से D21 के क्षेत्र को स्थिरता की दृष्टिकोण से असुरक्षित कहा जा सकता है क्योंकि इस क्षेत्र में संचयी परिवर्तन 10.0 सेंटीमीटर से अधिक पाया गया,

सारणी 2 – आधार स्टेशन BS-H से आधार भित्ति की ओर स्थित अवलोकन स्टेशन की क्षैतिज दूरी में परिवर्तन

अवलोकन स्टेशन का समानीत तल	अवलोकन स्टेशन संख्या	प्रारंभिक क्षैतिज दूरी (m) नवम्बर 2012	क्षैतिज दूरी में परिवर्तन (cm)			
			सितम्बर 2013	अगस्त 2014	जुलाई 2015	जुलाई 2016
113 mRL	F1	889.115	-0.5	+1.9	+0.5	Broken
	F2	890.100	-1.2	+2.4	-0.2	Broken
	F3	882.131	-1.6	+2.0	-0.6	Broken
	F4	865.796	-1.9	+2.2	-0.1	-0.2
	F5	842.420	-1.1	+1.9	-0.4	-0.4
	F6	812.535	-1.0	+2.4	-0.4	-1.6
	F7	777.021	-1.1	+2.1	-0.4	-0.6
	F8	741.814	-0.5	+2.4	+0.2	-0.5
	F9	709.596	-0.3	+2.2	0.0	-0.5
	F10	678.348	-0.1	+1.9	-0.1	-1.3
	F11	649.638	-2.2	+1.2	-0.1	-0.5
	F12	624.521	0.8	+3.4	+1.6	Broken
	F13	599.496	+0.6	+2.7	-0.4	-0.5
	F14	572.854	-0.6	+0.8	0.0	-0.8
	F15	550.928	-0.7	+2.9	-0.3	-1.9
	F16	532.613	-0.7	+1.7	-0.1	-1.5
	F17	521.549	-2.9	+3.0	-0.1	-3.0
	F18	517.642	-1.7	+1.6	-0.4	-2.8
	F19	520.962	-0.5	+2.5	-0.2	-1.5
	F20	534.766	-0.6	+2.4	0.0	-0.2
	F21	543.723	-1.4	+3.4	-0.1	+0.5
	F22	550.316	+1.5	+2.5	+1.4	-0.6
	F23	550.098	-1.0	+3.1	+0.9	+0.1
125mRL	F26	907.069	-0.1	+0.1	-0.2	Monitoring
	F27	911.358	-0.6	+0.4	-0.1	Stations
F28	897.726	-0.4	+1.6	+0.4	Broken	
F29	880.957	-0.3	+1.6	-0.4		
	F30	856.587	0.0	+0.9	-0.7	
	F31	823.700	-0.7	+1.3	+0.1	
	F32	789.355	+0.1	+0.3	-1.1	
	F33	754.847	-0.5	+2.7	-0.1	
	F34	723.321	-0.6	+0.8	+0.1	
	F35	692.446	-1.2	-1.6	-0.1	
	F36	663.739	-0.4	-0.3	+0.4	
	F37	637.588	-1.3	+3.0	-0.4	
	F38	613.317	-0.5	+2.2	-0.4	
	F39	594.505	-1.1	+1.9	-0.3	
	F40	578.452	-0.6	-0.9	-0.7	
	F41	553.840	+0.4	+2.3	-0.5	
	F42	543.991	-0.5	+2.5	-0.1	-1.4
	F43	539.459	-1.5	+2.5	+0.2	-1.1
	F44	541.062	+1.5	+3.6	-0.3	-0.8
	F45	548.000	-0.4	+2.1	+0.6	-1.5
	F46	554.780	-0.1	+2.3	-0.3	-1.7
	F47	562.877	-1.1	+3.7	+0.7	-0.8
	F48	572.935	+0.1	+2.8	-0.4	-0.3
	F49	572.750	+0.1	+2.6	+0.7	-0.5
	F50	570.800	-1.1	+2.7	-0.1	-0.6
	F51	570.324	-2.4	+2.4	+0.8	-0.8
	F52	570.316	+0.5	+2.4	-0.3	-0.8
	F53	567.756	+0.9	+2.8	+0.6	-1.6

क्रमशः...

सारणी 2 – आधार स्टेशन BS-H से आधार भित्ति की ओर स्थित अवलोकन स्टेशन की क्षैतिज दूरी में परिवर्तन

अवलोकन स्टेशन का समानीत तल	अवलोकन स्टेशन संख्या	प्रारंभिक क्षैतिज दूरी (m) नवम्बर 2012	क्षैतिज दूरी में परिवर्तन (cm)			
			सितम्बर 2013	अगस्त 2014	जुलाई 2015	जुलाई 2016
149mRL	T1	933.619	-0.8	-1.9	+0.2	Monitoring
	T2	915.039	-0.1	+1.6	+0.6	Stations
T3	893.048	-1.0	+1.5	0.0	Broken	T4
	860.936	-0.8	+1.2	-0.3		
	T5	824.836	-0.4	+3.0	-0.1	
	T6	791.226	-0.1	+1.1	-0.2	
	T7	759.061	-0.4	+1.5	-0.2	
	T8	728.797	0.0	+1.6	-0.1	
	T9	704.345	-0.5	+1.4	+0.1	
	T10	679.446	0.0	+2.5	-0.6	
	T11	653.716	-0.8	+0.2	-0.1	
	T12	639.548	-0.3	+2.8	-0.1	-1.4
	T13	620.242	-1.5	+1.5	-0.2	-0.3
	T14	608.271	-0.4	+2.8	-2.0	-1.7
	T15	603.959	-1.9	+2.5	-0.3	+0.1
	T16	604.228	+1.1	+1.9	-0.1	-1.1
	T17	611.081	+1.5	+2.4	-0.2	-0.5
	T18	621.271	-1.5	+2.4	+1.1	-0.0

चित्र 2 – डी-ब्लॉक खदान डंप

जबकि बाकी क्षेत्र में 5.00 सेंटीमीटर से कम ही पाया गया है।

किसी भी अस्थिरता से बचाने के लिए इस क्षेत्र की नियमित जांच होनी चाहिए। डंप के इस भाग की दरारें भरने के साथ-साथ वर्षा जल के जमाव या ठहराव से बचने के लिए इस क्षेत्र को ठीक से समतल किया जाना चाहिए। किसी भी अस्थिरता का पता लगाने के लिए ढलान अवलोकन जारी रहना चाहिए।

सारणी 3 – डंप पर स्थित विभिन्न अवलोकन स्टेशनों की क्षैतिज दूरी में परिवर्तन

आधार स्टेशन संख्या	अवलोकन स्टेशन संख्या	प्रारंम्भिक क्षैतिज दूरी (m) फरवरी 2013	क्षैतिज दूरी में परिवर्तन (cm)			
			सितम्बर 2013	अगस्त 2014	जुलाई 2015	अक्तूबर 2016
BS - F	D1	549.216	-1.3	-2.8	-2.6	-2.9
	D2	578.783	-2.9	-3.3	-3.1	-2.4
	D3	493.178	-3.0	-3.1	-2.8	-3.2
	D4	469.424	-3.1	-3.2	-2.7	-3.3
	D5	454.655	+0.1	-1.2	-1.8	-1.5
	D6	442.813	-3.1	-4.0	-3.7	N.V.
	D7	435.839	+1.2	-1.7	-0.9	,,
DBS-2	D8	562.285	+0.1	-3.0	-4.6	-26.1
	D9	536.884	+0.8	-2.6	-4.5	-2.41
	D10	543420	-0.6	-2.9	-5.1	-18.5
	D11	551.297	-1.0	-2.4	-4.2	-13.5
	D12	555.788	-0.8	-2.1	-3.8	-11.4
	D13	562.435	-0.8	-3.4	-4.5	-14.1
	D14	576.364	+0.1	-7.2	-10.5	-22.7
	D15	593.854	-0.3	-19.7	-24.4	Broken
	D16	608.049	-0.7	-24.3	-26.2	-43.0
	D17	650.799	-0.6	-9.5	-14.9	-28.5
DBS -3	D18	420.372	-	-2.6	-3.9	-2.2
	D19	403.010	-0.9	-9.1	-12.8	-9.7
	D20	389.140	-0.4	-11.6	-15.7	-11.8
	D21	386.233	+1.0	-4.3	-10.0	-4.4
	D22	387.176	+0.5	-3.1	-3.9	-3.1
	D23	381.811	+0.3	-2.8	-3.0	-2.3
	D24	379.207	-3.0	-5.0	-4.9	-4.1
	D25	389.569	+2.1	-1.1	-3.8	-2.1

पुनर्वनस्पतिकरण डंप ढलान के स्थिरीकरण और अपरदन को नियंत्रित करने के लिए व्यापक रूप से इस्तेमाल की जाने वाली तकनीक में से एक है[1] और इस प्रकार से यह क्षेत्र में पारिस्थितिक संतुलन बनाए रखने में मदद करता है[7]। वनस्पति सतह को एक साथ बांधकर रखने में सक्षम होती है। साथ ही साथ यह ढलान की मृदा के क्षरण को कम करती है एवं ढलान में जल के प्रवेश को बाधित करती है। डंप के अंतिम चरण में डंप के सम्पूर्ण भू-भाग पर स्थानीय आत्मनिर्भर पौधों को लगाकर जैविक सुधार एवं भूमि उद्धार किया जाना चाहिए। यह डंप की स्थिरता को बढ़ाता है।

परिणाम एवं विवेचना

डी-ब्लॉक खदान का ढलान

- ऊपरी भित्ति की ओर उपलब्ध 25 अवलोकन स्टेशनों के अवलोकन का अधिकतम संचयी परिवर्तन परिणाम 3.2 सेंटीमीटर तथा आधार भित्ति की ओर उपलब्ध 69 अवलोकन स्टेशन के अवलोकान का अधिकतम संचयी परिवर्तन परिणाम 3.0 सेंटीमीटर पाया गया। यह महत्वपूर्ण परिवर्तन को नहीं दर्शाता है। यदि अवलोकन के आंकड़ों में परिवर्तन लगातार त्वरित गति से बढ़ता है तो यह चिंता का कारण होगा अन्यथा बाहरी कारणों जैसे अवलोकन स्टेशन के नजदीक यंत्रों अथवा उपकरणों के उपयोग के दौरान मानवीय भूल से या अवलोकन स्टेशन की जमीन के नीचे धंसने के कारण होता है।
- वर्षा जल को ढलान से दूर रखने के लिए के लिए खदान की ऊपरी सतह के किनारे-किनारे जल निकास के लिए श्रेणीबद्ध नाली की शृंखलाएँ और मेंड़ अथवा जो उपयुक्त हो बनाना चाहिए। तेजी और प्रभावी जल बहाव के लिए श्रेणीबद्ध नाली बनाना चाहिए ताकि जिससे जल जमाव न हो।

डी-ब्लॉक खदान डंप

- उपलब्ध 25 अवलोकन स्टेशन का अवलोकन, जुलाई 2015 के दौरान 26.2 सेंटीमीटर के अधिकतम परिवर्तन की तुलना में अक्तूबर 2016 में 43.0 सेंटीमीटर का अधिकतम संचयी परिवर्तन दर्शाता है। स्टेशन नंबर D8 से D21 तक का डंप क्षेत्र अस्थिरता दिखा रहा है। इस क्षेत्र में खान प्रबंधन को सावधान रहने की सलाह दी गई है। इस क्षेत्र में दरार के विकास और चौड़ीकरण को मापा जाना चाहिए, खदान सर्वेक्षण टीम को भी इस क्षेत्र की निगरानी करनी चाहिए ताकि अस्थिरता की प्रवृत्ति का पता लगाया जा सके। यदि अस्थिरता लगातार बढ़ रही है तो यह क्षेत्र गिर भी सकता है। अवलोकन स्टेशनों को अस्थिर क्षेत्र (विशेष रूप से D8 और D21 के बीच) में 10 मीटर के अंतराल पर स्थापित किया जाना चाहिए। इस क्षेत्र को विशेष रूप से डोजर के साथ समतल किया जाना चाहिए, जिससे क्षेत्र में दरारें भरने में भी मदद मिलेगी।
- किसी भी अवरोध की उपस्थिति, जो इसके माध्यम से पानी के प्रवाह में रुकावट डालती है, डंप की संतृप्ति को जन्म देगी। इसका परिणाम विफलता है।
- मलबे के भरने के कारण विभिन्न स्तरों पर कुछ स्थानों पर श्रेणीबद्ध नाली अप्रभावी है। डंप के चारों ओर प्रभावी श्रेणीबद्ध नाली होनी चाहिए।
- शीर्ष मिट्टी को केवल डंप के शीर्ष पर रखा जाना चाहिए। मध्यवर्ती स्तरों पर मिट्टी को डंप करने से डंप ढलान के भीतर अपने रखे गए स्तरों पर उच्च्य पानी का दबाव होता है, जो विफलता का कारण बनता है।

निष्कर्ष

110 मीटर गहरी क्रोमाइट खदान और इसकी 90 मीटर ऊंची डंप के ढलान का अवलोकन अध्ययन (ट्रिम्बल टोटल स्टेशन उपकरण का उपयोग करते हुए) ढलान स्थिरता से सम्बन्धित बहुत उपयोगी जानकारी प्राप्त हुई। त्रैमासिक आधार पर लगातार चार वर्षों तक ढलान का अवलोकन करने से यह ज्ञात हुआ कि खदान में कहीं भी अस्थिर क्षेत्र नहीं था क्योंकि खदान के ढलान पर अवस्थित सभी अवलोकन स्टेशनों की स्थिति में अधिकतम संचयी परिवर्तन 3.2 सेंटीमीटर से ज्यादा नहीं था। लेकिन डंप के कुछ क्षेत्र में अवस्थित कुछ अवलोकनों स्टेशनों की स्थिति में अधिकतम संचयी परिवर्तन 43.0 सेंटीमीटर तक पाया गया। इसलिए उस क्षेत्र को स्थिरता के दृष्टिकोण से अस्थिर माना गया। उस अस्थिर क्षेत्र में खान प्रबंधन को विशेष सतर्कता बरतने की सलाह दी गई ताकि जानमाल एवं उपकरणों की क्षति को टाला जा सके।

आभार

लेखकवृंद, निदेशक, सीएसआईआर-सीआईएमएफआर, धनबाद के प्रति कृतज्ञता ज्ञापित करते हैं, जिन्होंने इस शोध पत्र को प्रकाशित करने की अपनी कृपापूर्ण अनुमति प्रदान की है। लेखकवृंद, ओडिशा माइनिंग कॉर्पोरेशन खान, दक्षिण कलियापानी, जाजपुर, ओडिशा के अधिकारियों के प्रति आभार प्रकट करते हैं, जिन्होंने अध्ययन के दौरान समुचित सुविधा एवं जानकारी उपलब्ध कराईं, साथ ही इस अनुसंधान प्रपत्र को तैयार करने के लिए विभागीय वैज्ञानिक एवं स्टाफ सदस्य से प्राप्त सहयोग के लिए उनके प्रतिकृतज्ञतापूर्वक सराहना लिपिबद्ध करते हैं।

संदर्भ

1. अकेर्स जे डी, मुटेर बी आर गॉब पाइल स्टेविलाइजेशन एंड रिक्लेमेशन. *प्रोसीडिंग ऑफ द फोर्थ मिनरल वेस्ट यूटेलाइजेसन सिंपोजियम,* शिकागो, इलिनॉय,पी.पी 229-239
2. केनेडी बी ए मैथडस ऑफ मॉनीटरिंग ऑफ ओपन पीट स्लोप, रॉक मैकेनिक्स, (1971) पी.पी. 537-572.
3. केंद्रीय खनन एवं ईंधन अनुसंधान संस्थान रिपोर्ट, परियोजना शीर्षक-ओडिशा माइनिंग कॉर्पोरेशन खान के डी-ब्लॉक खदान की ढलान और डंप के ढलान अवलोकन द्वारा ढलान स्थिरता की स्थिति पर सलाह, अप्रकाशित परियोजना प्रतिवेदन (2012, 2013, 2014, 2015 एवं 2016).
4. बार्टन एन.आर., ए मॉडल स्टडी ऑफ द बिहेवियर ऑफ स्टिफ इक्सकेवेटेड स्लोप, पीएच.डी थीसिस, इम्पीरियल कॉलेज, लंदन (1971).
5. ब्राउनर सी, ओ, स्टेबिलिटी इनवेस्टीगेशन ऑफ स्लोप इन कैनेडियन माइनिंग प्रोजेक्ट्स, प्रोसीडिंग 2 इंटरनेशनल कांग्रेस रॉक मैकेनिक्स, बेलग्रेड, (1970)पी.पी (3)7-8.
6. पिट स्लोप मैनुअल, चैप्टर 8; मॉनीटरिंग, मिनरल्स रिसर्च प्रोग्राम, माइनिंग रिसर्च लैबॉरेटरीज, कनाडा, सेंटर फॉर मिनरल एंड एनर्जी टेक्नोलॉजी (CANMET) 77-15 ,पी.पी 1-3.
7. जोरगेनसेन एस ई, (1974) मॉडल एज इन्स्ट्रूमेंट्स फॉर कॉम्बिनेशन ऑफ इकोलॉजिकल थ्योरी एंड एन्वायरॉन्मेंटल प्रैक्टिस. *इकोल मॉडल* 75/76 (1974) पी.पी.5-20.