Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria

Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband

Band: 94 (2002)

Heft: 9-10

Rubrik: 50. Geomechanik-Kolloquium

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 08.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

10. Schlussfolgerungen

Das Gebiet des Talsperren-Erdbebeningenieurwesens ist noch eine relativ junge Disziplin wie das gesamte Gebiet des Erdbebeningenieurwesens auch, deshalb ist hier in der nächsten Zeit mit weiteren neuen Erkenntnissen zu rechnen. Ein wichtiges Problem stellt die Tatsache dar, dass bisher praktisch keine Messdaten über Talsperren vorliegen, die einem Starkbeben wie dem MCE ausgesetzt waren. Das Erdbebenverhalten der Talsperren unter diesen Ereignissen kann mit den vorhandenen numerischen Simulationsprogrammen nicht zuverlässig vorhergesagt werden. Es ist deshalb zu erwarten, dass bei jedem Starkbeben Phänomene auftreten, denen bisher wenig Beachtung geschenkt worden ist, und welche Modifikationen in der Bemessungspraxis bewirken können.

Es ist zudem zu beachten, dass viele grosse Talsperren, die z.B. in den asiatischen Ländern und Gegenden wie Türkei, Iran, Zentralasien, Kaukasus, Pakistan, Indien, Nepal, Bhutan, Burma und vor allem im Südwesten Chinas geplant sind und in den nächsten Jahren realisiert werden sollen, in Gebieten mit relativ hoher Seismizität liegen. Deshalb ist zu erwarten, dass die Beherrschung der Erdbebeneinwirkung bei diesen Projekten eine zentrale Rolle einnehmen wird. Zudem ist zu erwarten, dass mit der Forderung, dass eine Talsperre das MCE sicher überstehen muss, auch in Gebieten mässiger bis niedriger Seismizität die Erdbebeneinwirkung an Wichtigkeit gewinnen wird.

Schlussendlich sollte man sich bewusst sein, dass Talsperren (das gilt ganz allgemein auch für Gebäude und andere Infrastrukturbauten), die starken Beben widerstehen können, sich auch unter dem Einfluss anderer Einwirkungen und Gefährdungen besser verhalten.

Referenzen

[1] ICOLD Bulletin 52 (1986), Earthquake Analysis Procedures for Dams – State of the Art, ICOLD, Paris.

[2] ICOLD Bulletin 72 (1989): Selecting Seismic Parameters for Large Dams, Guidelines, Committee on Seismic Aspects of Dam Design, ICOLD, Paris.

[3] ICOLD Bulletin 112 (1998): Neotectonics and dams, Committee on Seismic Aspects of Dam Design, ICOLD, Paris.

[4] ICOLD Bulletin 113 (1999): Seismic observation of dams, Committee on Seismic Aspects of Dam Design, ICOLD, Paris.

[5] ICOLD Bulletin 120 (2001): Design features of dams to effectively resist seismic ground motion, Committee on Seismic Aspects of Dam Design, ICOLD, Paris.

[6] ICOLD Bulletin 123 (2002): Earthquake design and evaluation of structures appurtenant to dams, Committee on Seismic Aspects of Dam Design, ICOLD, Paris.

[7] *Shi L.P., Towhata I., Wieland M.:* Prediction of seismically induced deformation of Liyutan dam, Taiwan, by means of cyclic triaxial testing and finite element analysis, Int. Journal on Computers and Geotechnics, Vol. 7, 1989 (pp. 205–222).

[8] World Commission on Dams (2000): Dams and Development: A new framework for decision-making, Earthscan Publications Ltd., London and Sterling, VA.

Anschrift des Verfassers

Dr. *Martin Wieland,* Electrowatt-Ekono AG, Hardturmstrasse 161, Postfach, CH-8037 Zürich, Tel. +41 76 356 28 62, Fax + 41 1 355 55 61, E-Mail: martin.wieland@ewe.ch

50. Geomechanik-Kolloquium

Zu diesem Jubiläums-Kolloquium hatte die Österreichische Gesellschaft für Geomechanik (ÖGG) am 11. und 12. Oktober 2001 eingeladen. Im neuen Kongresszentrum zu Salzburg konnte der Präsident Baurat h.c. Dipl.-Ing. Dr. techn. Georg Michael Vavrovsky über 700 Teilnehmer aus 15 Ländern begrüssen.

In 24 Berichten befassten sich erfahrene Fachleute mit den Grundlagen des modernen Felsbaus, der Quantifizierung in der Ingenieurgeologie, dem Sicherheitsmanagement im oberflächennahen Tunnelbau und dem Entwicklungsstand im Tunnelbau anhand von hervorragenden Beispielen [1]. Hier soll auf einige unsere Leser interessierende Vorträge näher eingegangen werden.

Nach den Ausführungen von Dr. Ernst Pürrer von den Vorarlberger Illwerken AG in Schruns über *die Rolle der Felsmechanik beim Bau und Betrieb grosser Wasserkraftanlagen* hat die nicht zutreffende Einschätzung der Wirkung des Kluftwasserdrucks in der Geschichte des Baus grosser Wasserkraftanlagen zum Teil zu katastrophalen Schäden und als Folge davon zu einer rasanten Entwicklung der modernen Felsmechanik geführt [2]. Die Fragestellungen beim Bau von Talsperren mit ihren Speichern, Druckstollen und Schächten sowie den Kavernenzentralen sind vielfältig und erfordern ganzheitliches, ingenieurmässiges Denken und Handeln. Eine weit entwickelte felsmechanische Versuchstechnik und eine Vielzahl einfacher bis anspruchsvoller mathematischer Modelle unterstützen den planenden Ingenieur. Einen wertvollen Beitrag in der Weiterentwicklung der Felsmechanik und bei der Interpretation von Bauwerksverhalten leisten die Rückrechnungen (Back Analysis). Auch beim Betrieb und in der Erhaltung von Wasserkraftanlagen treten mannigfaltige felsmechanische Fragen auf, und die Felsmechanik ist ein wichtiges Instrument des verantwortlichen Ingenieurs. Die verständnisvolle Zusammenarbeit des Geologen, Hydrogeologen, des Felsmechanikers, des Statikers und des Bodenmechanikers ist eine unabdingbare Voraussetzung für das Gelingen grosser Wasserkraftwerke.

Anschliessend erläuterte Prof. Dr. Ing. habil. Peter Egger von der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Lausanne die *geomechanischen Untersuchungen für die Talsperre Tirso.* Wegen Schäden an der Talsperre Santa Chiara, die den Fluss Tirso im

Bild 1. Bewehrungskorb zur Verbesserung der Krafteinleitung von der Staumauer in den Felsnagel (Egger, EPFL).

Südwesten Sardiniens zur Bewässerung aufstaut, wurde der Bau einer neuen Sperre unterhalb der bestehenden Mauer beschlossen. Die neue Sperre, eine Pfeilerstaumauer

Bild 2. Blick in die grosse Maschinenkaverne des Pumpspeicher-Kraftwerks Goldisthal. (Werkfoto: Züblin)

mit 15 m breiten Blöcken und 4 m breiten Aussparungen an den Blockfugen, hat 600 m Kronenlänge und 100 m Höhe [3]. Der Baugrund im Sperrenbereich besteht aus migmatitischen Gneisen und Graniten. Geophysikalische Voruntersuchungen liessen eine Eindringtiefe der Oberflächenverwitterung bis etwa 30 m erwarten. Die Aushubarbeiten zeigten in der Gründungsfläche ein deutlich stärker verwittertes Gebirge. Deshalb wurden die Gründungssohle wie geplant beibehalten und zur Ermittlung der tatsächlichen felsmechanischen Gebirgskennwerte sechs Grossscherversuche an ausgewählten Stellen duchgeführt. Diese zeigten vor allem einen wesentlich geringeren Reibungswinkel, als dem Projekt zugrunde gelegt war, weshalb die Standsicherheit der Mauer überprüft werden musste. Die Kontrollberechnungen ergaben sowohl für die globale Sicherheit gegen Gleiten als auch für die lokalen Sicherheiten geringere Werte als erforderlich.

Als günstigste Lösung zur Erhöhung der Sicherheit erwies sich eine Baugrundverbesserung durch Felsvernagelung, und zwar je lfd m Mauer etwa 30 Nägel, bestehend aus je zwei GEWI-Stangen (∅ 44 mm) mit 6 bis 16 m Länge (Bild 1). Für den Korrosionsschutz wurden alle Bohrlöcher systematisch mit duktilem, unter Gebrauchslast rissfreiem Ankermörtel vorverpresst. Die Mauer ist zwischenzeitlich fertig gestellt und aufgestaut.

Der Bericht von Prof. Richard E. Goodman von der University California in Berkeley und Zivilingenieur Chris Powell aus Lakewood/Colorado über die *Untersuchung von instabilen Felsblöcken in den Fundamenten und Widerlagern von Talsperren* befasste sich mit den sich daraus ergebenden potenziellen Gefahren anhand von zehn amerikanischen Bogen- und Pfeilerstaumauern. Zunächst sind potenziell instabile Felsblöcke zu identifizieren und zu beschreiben. Für die Stabilitätsanalyse wurden die auf die Blockoberflächen wirkenden Wasserkräfte entsprechend den Sickerflächen oder einem abgeschätzten Fliesszustand entlang den Grenzflächen der jeweiligen Blöcke berechnet.

Bei mehreren Talsperren [4] wurden zwar entfernbare Felsblöcke festgestellt, die aber aufgrund der vorhandenen Reibung als sicher einzustufen waren. Bei drei Bauwerken war eine genauere Untersuchung erforderlich:

- Die Hochwasserentlastung einer Talsperre war verstärkt worden, um weitere Erosion zu verhindern, was jedoch die Sicherheit eines «key blocks» im Widerlager verringerte.
- Eine Gewölbe- und Pfeilerkonstruktion musste mit einem Stahlbetonbalken verstärkt werden, um einen potenziell instabilen Block an kritischer Stelle in den Widerlagern zu stützen.
- Bei einer Bogenstaumauer wurden ein Drainagestollen und tiefe Entwässerungsbohrungen von der Oberfläche und vom Stollen aus hergestellt, um die Lage eines grossen Felsblocks unterhalb des Widerlagers besser zu sichern.

Die Dipl.-Ing. Ralf Porzig und Barow von der Walter Bau-AG in Augsburg brachten Einzelheiten über die *Auffahrung und Sicherung der Kaverne und Stollensysteme für das Pumpspeicherwerk Goldisthal* im Thüringer Wald, eines der modernsten PSW Europas [5, 6]. Der Ausbruch der 137 × 26 × 49 m grossen Maschinenkaverne (Bild 2) wurde im Sprengvortrieb durchgeführt: zuerst die Kalotte mit zwei Ulmen- und einem Kernvortrieb und danach die Strosse in zehn 2,50 bis 5 m hohen Einzelstufen mit Sicherung aus 10 bis 20 cm bewehrtem Spritzbeton und 8 m langen SN-Ankern. Die rund 165 000 m^3 Ausbruch wurden über zwei Zufahrtsstollen und ab Strosse 3 über einen Schutterschacht zum Unterwasserstollen abtransportiert. Während der Ausbruchs- und Sicherungsarbeiten wurden durch ein aufwendiges Messsystem alle möglichen Verformungen und Drücke gemessen und aufgezeichnet. Die beiden 936 m langen Oberwasserstollen (∅ 7 m, Neigung 26°) wurden von unten nach oben mit Vollquerschnitt im Sprengvortrieb aufgefahren (2,3 m/d) bei Verwendung von Stahlfaser-Trockenspritzbeton in Hochdrucksilos und Transport des Ausbruchmaterials durch Planierraupen auch unten anstelle aufwendiger Förderbandlösung mit Ladegeräten. Das Kraftwerk wird rund 600 Mio. Euro kosten; es wird im Jahr 2003 fertig gestellt und mit einer Leistung von 1060 MW ans Netz gehen.

B.G.

Literatur

[1] Felsbau 19 (2001) H. 5, 200 Seiten

[2] S. 30–35 in [1]

[3] S. 36–42 in [1]

[4] S. 43–54 in [1]

[5] S. 170–178 in [1]; geotechnik 24 (2001) H. 1, S. 53–62

[6] wasser, energie, luft 92 (2000) H. 7/8, S. 362