Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 66 (1948)
Heft: 23

Artikel: II. Die Instandstellung der Barker-Staumauer
Autor: [s.n.]
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-56729

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: 13.12.2025

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

thoden die *bemerkenswerteste Neuerung* auf dem Gebiete des Betons in den letzten Jahren darstellt. Dies ist nicht nur eine bessere Methode für Reparaturen, sondern sie bietet auch zahlreiche Möglichkeiten für neue Konstruktionen, insbesondere auf dem Gebiet des Massenbetons und für Unterwasserkonstruktionen».

II. Die Instandstellung der Barker-Staumauer

1. Die Aufgabe

DK 627.82.00467 : 666.973

Eine sehr interessante Anwendung des «Prepakt-Concrete»-Verfahrens in Verbindung mit vorgegossenen armierten Betonplatten stellt die Instandstellung der wasserseitigen Oberfläche des Barker-Dam am Colorado-Fluss in den Rocky-Mountains, USA, dar. Diese in den Jahren 1908 bis 1910 im Auftrag der Eastern Colorado Power Co. errichtete Schwergewicht-Staumauer von 53 m Höhe, 36,5 m Basisbreite, 4,9 m Kronenbreite, 220 m Kronenlänge und rd. 100000 m³ Betonkubatur liegt auf rd. 2500 m ü. M. Der Speichersee steht in Verbindung mit dem rd. 19 km stromabwärts gelegenen «Boulder»-Wasserkraftwerk von 20000 kW installierter Leistung; er wird hauptsächlich durch Schmelzwasser im Frühling und Vorsommer gefüllt und im Winter völlig entleert. Dass dabei in den 36 Jahren seines Bestehens Frostschäden auftraten, ist nicht verwunderlich. Die Staumauer befindet sich 27 km westlich von Boulder, Colorado, in der Nähe der Stadt Denver.

Schon bald nach der Inbetriebsetzung traten beträchtliche Undichtheiten durch den Fels und durch Dilatationsfugen auf. Vor 15 Jahren hat man Injektionen durch Bohrlöcher vorgenommen; jedoch zeigten sich wenige Jahre später neuerdings Undichtheiten. Die Verhältnisse verlangten eine grundsätzliche Erneuerung. Man entschloss sich zu folgenden Massnahmen: Mörtel-Injektionen in verschiedenen Tiefen in den Fels unter der wasserseitigen Oberfläche der Mauer (s. Bild 2); Entfernen aller schadhaften Stellen im Beton der bestehenden Mauer und im Felsuntergrund; Verstärken der Mauer auf der Wasserseite durch eine Betondecke von 0,9 m Dicke an der Krone und 2,5 m an der Basis; Einbau eines Drainagesystems, das unter der wasserseitigen Oberfläche angeordnet und durch einen Drainagestollen an der Basis mit der Luftseite verbunden wird. Für die Mauerverstärkung wurden vorgegossene armierte Betonplatten von hoher Frostbeständigkeit versetzt und der Zwischenraum zwischen diesen Platten und der Mauer mit «Prepakt-Concrete» ausgefüllt. Die Arbeiten wurden von der Prepakt Concrete Co. unter der Leitung von Ing. J. Hofer in den Jahren 1946 und 1947 durchgeführt und sind in «Civil Engineering», Februar 1948, beschrieben. An der Projektierung hat Prof. R. E. Davis massgebend mitgearbeitet. Sein offizieller Bericht, auf den wir uns stützen, erschien im «Journal of the American Concrete Institute» Vol. 19, Nr. 8, April 1948.

2. Die Gründe für die Wahl des Prepakt-Verfahrens

Das angewendete Verfahren der Mauerverstärkung mit Prepakt-Beton und vorgegossenen Betonplatten ermöglichte

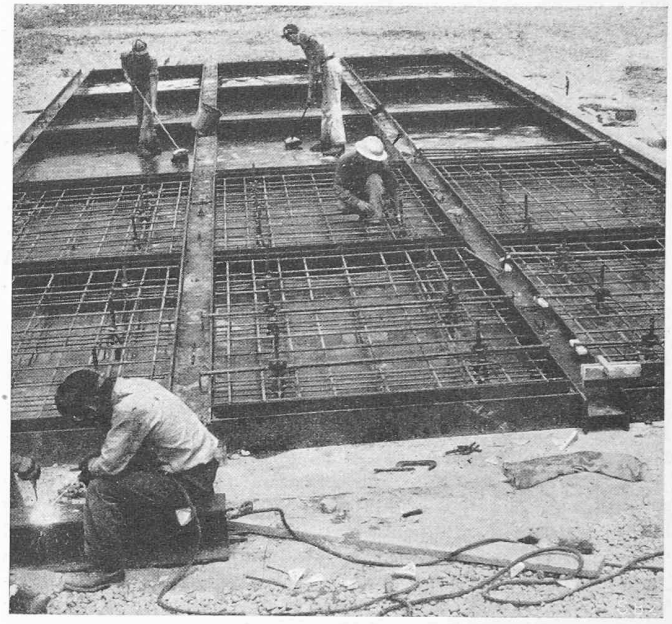

Bild 1. Herstellung vorgegossener, armierter Betonplatten für die Bekleidung der wasserseitigen Oberfläche

die Durchführung der Arbeiten während des Entleerens und Wiederauffüllens des Speicherbeckens ohne nennenswerte Einschränkung des Kraftwerkbetriebes. Dies wäre bei Verwendung von gewöhnlichem Beton unmöglich gewesen. Hierbei hätte ausserdem die technische Schwierigkeit bestanden, eine verhältnismässig dünne Betonschicht auf die grosse Masse des bestehenden Betons von wesentlich niedrigerer Temperatur derart aufzubringen, dass an der Verbindungsstelle keine Risse auftreten. Demgegenüber konnten beim neuen Verfahren die Kiesfüllung und die angrenzenden Teile der alten Mauer genau auf die Temperatur des Wassers im Speicherbecken (rd. + 6° C) abgekühlt und der Mörtel unter Wasser, also mit dem Füllen des Speicherbeckens eingeführt werden. Dies hatte den weitern Vorteil, dass die bestehende Mauer beim Einbringen des Mörtels durch den Wasserdruck in der gewünschten Weise belastet und deformiert werden konnte. Auf Grund eingehender Versuche war es ferner möglich, einen Mörtel mit niedrigem Zementgehalt und entsprechend geringer Abbindewärme zu verwenden, so dass die Temperatursteigerungen und die Wärmespannungen klein bleiben. Bei Prepakt-Beton wirken sich ferner die verhältnismässig kleine Volumenverringerung und seine wesentlich grössere Haftfestigkeit gegenüber altem Beton günstig aus.

3. Vorarbeiten für die Ausführung

Gleichzeitig mit dem Absenken des Speicherbeckens in der zweiten Hälfte des Jahres 1946 hat man die wasserseitige Kontaktzone zwischen Mauer und Felsuntergrund

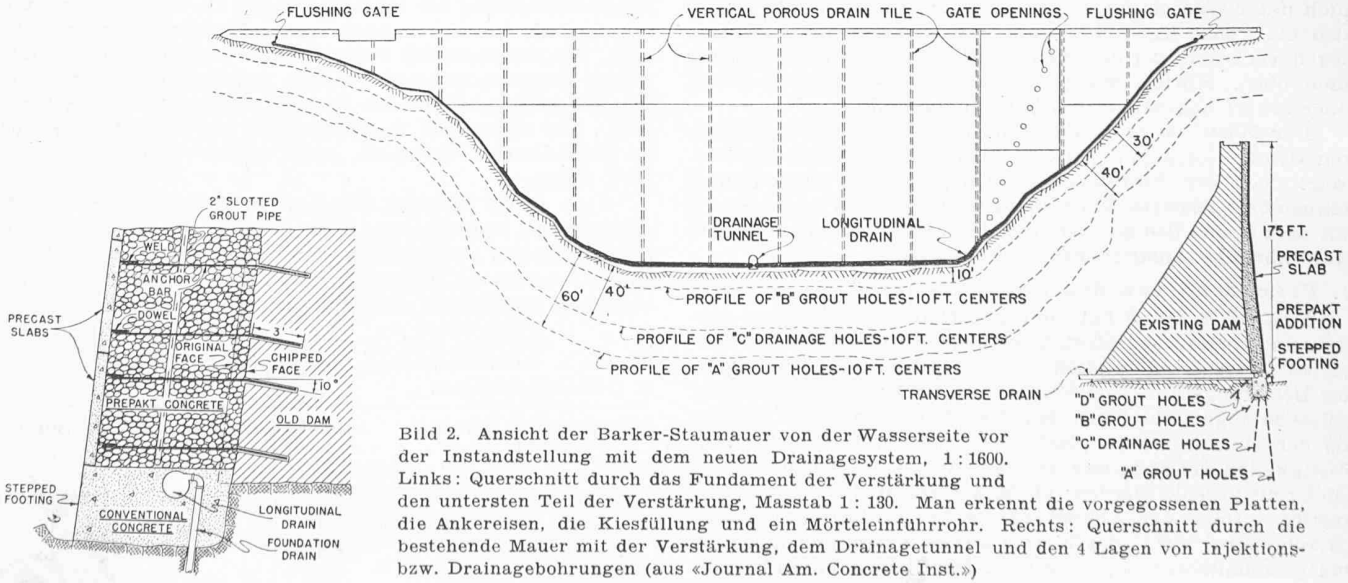

Bild 2. Ansicht der Barker-Staumauer von der Wasserseite vor der Instandstellung mit dem neuen Drainagesystem, 1 : 1600. Links: Querschnitt durch das Fundament der Verstärkung und den untersten Teil der Verstärkung, Masstab 1 : 130. Man erkennt die vorgegossenen Platten, die Ankereisen, die Kiesfüllung und ein Mörteleinführrohr. Rechts: Querschnitt durch die bestehende Mauer mit der Verstärkung, dem Drainagetunnel und den 4 Lagen von Injektions- bzw. Drainagebohrungen (aus «Journal Am. Concrete Inst.»)

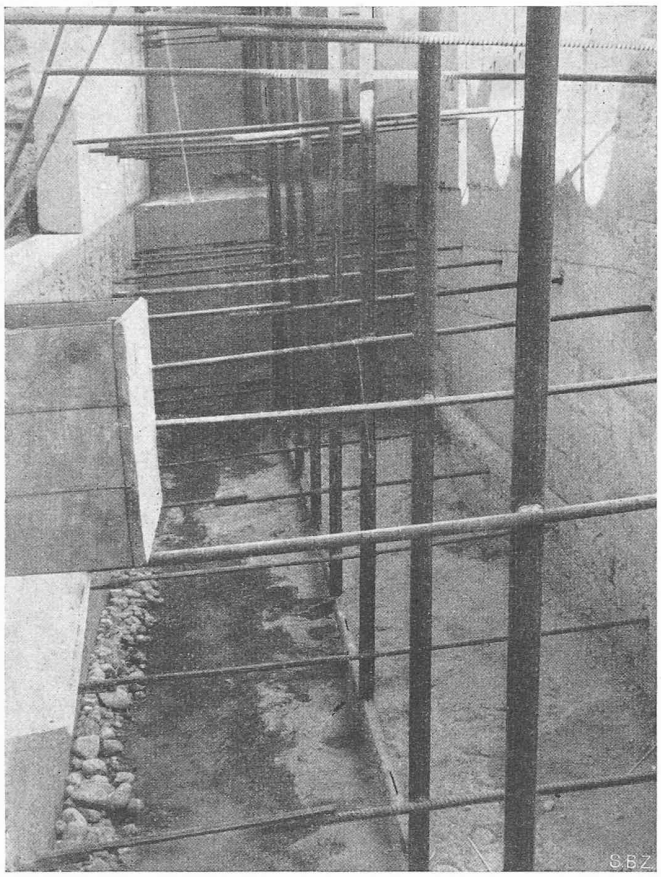

Bild 3. Unterster Teil der Verstärkung. Links die vorgegossenen Platten mit den Ankereisen, unten Anfang der Kieseinfüllung, in Bildmitte Mörteleinführungsrohre, rechts die bestehende Mauer mit vorbereiteter Oberfläche

freigelegt, alle schadhaften Stellen mit Drucklufthämmern entfernt und durch zahlreiche Injektionen abgedichtet. Dazu wurden in dichter Folge Bohrungen von 3 bis 18 m Tiefe und 1 $^3/_8$" bis 2" ∅ ausgeführt. Für den Injektionsmörtel kam eine Mischung von zwei Säcken[1]) Portlandzement, ein Sack Alfesil, 14 kg Intrusion aid und 75 bis 110 l Wasser zur Anwendung. Der Injektionsdruck betrug 5 bis 21 at je nach dem Widerstand; zur Förderung standen besondere vertikale Dreiplunger-Pumpen zur Verfügung. Im Ganzen sind Injektionsbohrungen von rd. 1,5 km Gesamtlänge gebohrt worden und es wurden für die Injektionen allein 5000 Sack Zement und 125 t Alfesil verbraucht. Mit diesem Spezialmörtel konnten die feinsten Risse und Felsspalten auch auf sehr grosse Entfernungen von der Einführungsstelle verschlossen werden. Wie aus Bild 2 ersichtlich, wurden vier verschiedene Lagen Injektionslöcher gebohrt, die im Querschnitt mit A B C und D bezeichnet sind. Sie unterscheiden sich durch Tiefe und Richtung. Für die Injektionen dienten die Löcher A B und D, während die C-Löcher für die Entwässerung verwendet wurden, wie im Detailbild links ersichtlich ist.

Während diese Arbeiten im Gange waren, musste zugleich die wasserseitige Oberfläche der alten Mauer mit Druckluftwerkzeugen von schadhaften Stellen befreit und anschliessend mit Sandstrahl sorgfältig gereinigt werden. Hierfür wurden Arbeitsbühnen an Konsolen aufgehängt, die man an der Mauerkrone befestigte. Diese Bühnen verwendete man unmittelbar nachher zum Befestigen der Ankereisen, die zum Halten der Betonplatten dienten. Hierzu sind in die wasserseitige Oberfläche der alten Mauer 0,9 m tiefe Löcher von 2" ∅ unter rd. 10° nach unten geneigt gebohrt (insgesamt über 6000 Löcher), mit Druckwasser ausgespült, mit Spezialmörtel gefüllt und die Eisenstangen eingemauert worden. Jede Stange ist nach dem Erhärten des Mörtels mit einer besonderen Vorrichtung auf rd. 11 t Zug geprüft worden.

Den beschriebenen Arbeiten an der Kontaktzone (Freilegen, Injektionen) folgte unmittelbar das Erstellen der abgestuften Fundamente für die unterste Lage der Oberflächenplatten. Längs der Mauerbasis hat man für die dazu nötigen Schalungen auf der Aussenseite vorgegossene Platten verwendet, die dort belassen werden konnten, während an den steilen Talflanken die Fundamente mit Holzschalungen erstellt werden mussten. Die Dehnungsfugen, die mit denen in der alten Mauer übereinstimmen, sind mit Neoprenstreifen von 20 cm Breite und 1,6 mm Dicke abgedichtet worden, indem sie auf der Innenseite von je zwei benachbarten Platten einzementiert wurden und die Fuge zwischen den Platten überdeckten. Bis Mitte Dezember 1946 waren diese Fundamente im Wesentlichen fertig gestellt; sie erforderten rund 1100 m³ hochwertigen Bläschenbeton. Sie reichten teilweise beträchtlich unter das Fundament der alten Mauer hinab.

Besonders sorgfältig wurde das Drainagesystem ausgebildet. Längs den Dilatationsfugen in der alten Mauer wurden auf ihrer wasserseitigen Oberfläche vertikale Rohre aus porösem Beton eingemauert, die oben ins Freie ausmünden und von dort jederzeit kontrolliert werden können. Am Grund der alten Mauer verlegte man wasserseitig ein Hauptsammelrohr, das im horizontalen Teil längs der Mauerbasis 18" ∅ aufweist, während der Durchmesser an den Steilhängen stufenweise bis auf 8" abnimmt. Die beiden Enden dieser Leitung befinden sich 0,9 m unter der Ueberfallkante und sind mit Absperrorganen verschlossen, mit denen die Leitung, wenn nötig, ausgespült werden kann. Die vertikalen Drainagen der Dilatationsfugen münden unten in die Sammelleitung; diese steht an ihrer tiefsten Stelle mit einem Drainagestollen von 1,2 × 1,8 m Querschnitt in Verbindung, der durch die Basis der alten Mauer vorgetrieben wurde und durch den die beiden Stränge der Drainageleitung zum luftseitigen Ausgang hinausgeführt wurden. Dieser Stollen war schon Mitte September 1946 fertig gestellt. In die Drainagebohrungen C wurden 2" Rohre eingeführt, die an die Hauptdrainageleitung anschlossen. Diese ist in das Stufenfundament einbetoniert worden (Bild 2, Detail links).

4. Ausführung der Mauerverstärkung

Wie bereits erwähnt, dienten als Schalung vorgegossene Betonplatten. Grundsätzlich hätte man für das Einbringen der Kiesfüllung auch eine hölzerne Schalung verwenden können. Die vorgegossenen Betonplatten boten jedoch wesentliche Vorteile: Sie konnten aus einem Spezialbeton von hoher Festigkeit und hoher Frostbeständigkeit (als Bläschenbeton) zum voraus hergestellt werden und gestatteten dank ihrer Schutzwirkung, den Betonkern mit geringem Zementgehalt vorzusehen. Im Hinblick auf die kurze verfügbare Zeit zwischen dem Entleeren und Wiederfüllen hätte man die Schalung für die ganze wasserseitige Oberfläche der Staumauer auf einmal herstellen müssen. Dazu fehlte das Bauholz. Auch befürchtete man zu grosse Verluste an Mörtel durch Fugen infolge Verziehen des Holzes. Schliesslich hätten genügend starke Holzschalungen grössere Kosten verursacht, als Betonplatten.

Die vorgegossenen Betonplatten waren meistens 2 × 3,6 m gross und 20 cm dick. An sechs Stellen standen runde Armierungseisen vor, an denen die Platten durch Schweissung mit den Ankereisen verbunden werden konnten. Im Ganzen mussten 1009 Platten versetzt werden, und zwar hauptsächlich während des Winters bei sehr kaltem, windigem Wetter. Die Platten wurden im Laufe des Sommers 1946 in eisernen Formen, die auf einer Betonunterlage aufruhten, gegossen (Bild 1). Man verwendete einen speziellen Beton, dessen Zuschlagstoffe aus 35 % Sand, 25 % feinem Kies (bis Korngrösse 16 mm) und 40 % gröberem Kies (bis 38 mm) bestanden. Die Zementdosierung betrug 322 kg/m³ Beton. Das Gewichtsverhältnis Wasser zu Zement wählte man zu 0,43, den Luftgehalt zu 4,9 %. Die Druckfestigkeit nach 28 Tagen ergab sich zu 370 kg/cm², nach 90 Tagen 405 kg/cm². Die Platten konnten nach zwei bis drei Tagen aus den Formen herausgehoben und auf dem Stapelplatz aufgeschichtet werden. Zum Erleichtern des Abhebens verwendete man eine quadratische Stahlplatte von 300 mm Seitenlänge, die genau unter dem Schwerpunkt der Betonplatte in der Unterlage eingebaut war und mit Druckwasser gehoben werden konnte. Die Platten hat man in horizontaler Lage auf hölzernen Distanzstücken gelagert und nach der Herstellung während 14 Tagen mit Wasser berieselt. Unmittelbar vor der Verwendung ist ihre Innenfläche mit Sandstrahl behandelt worden, um die Haftung mit dem Prepakt-Beton möglichst gut zu gestalten.

[1]) In USA enthält ein Sack Zement 94 lbs = 42,5 kg Zement.

Vom Stapelplatz wurden die rd. 2 t schweren Platten mit einem Kran verladen, in den Schwenkbereich eines grossen Baukrans bei der Baustelle gefahren und einzeln an ihren Ort versetzt unter Verwendung von Distanzstücken, deren Dicke gleich der vorgesehenen Stärke (rd. 3 mm) der Mörtelschicht war. Für das Versetzen benötigten zwei Mann im Mittel etwa 4 Minuten. Eine Arbeitsschicht vermochte in 8 Stunden z. B. im Monat April im Mittel 15 Platten zu versetzen und durch Verschweissen der Anker mit den Armierungseisen zu befestigen.

Sobald eine Plattenreihe verlegt war, wurden die Fugen auf der Mauerseite mit einem festen Mörtel geschlossen und auf der Wasserseite mit 75 mm breiten Stoffbändern unter Verwendung eines Spezialzementes zugeklebt. Nun konnten die Fugen mit Mörtel gefüllt werden, der durch Löcher im Stoffband eingepumpt wurde. Einzelne Ankereisen (im ganzen 44) waren mit Dehnungsmessgeräten versehen, an denen die Zugspannungen verfolgt werden konnten. Da die Platten in der kältesten Jahreszeit versetzt wurden, besteht praktisch keine Gefahr der Bildung von Schrumpfungsrissen infolge Abkühlung.

Dem Fortschreiten der Plattenverlegung folgte das Einfüllen von Kies. Hierzu verwendete man Blechbehälter von 3 m³ Inhalt mit aufklappbaren Böden, die in gefülltem Zustand in den Schwenkbereich des Krans angeführt und von diesem an die gewünschte Stelle zur Entleerung gehoben wurden. Gleichzeitig mit dem Versetzen der ersten Plattenlage sind auch die untersten Rohre für das Einbringen des Mörtels montiert worden. Dazu verlegte man zuerst auf dem Untergrund horizontale Rohrstücke, mit denen in Abständen von rd. 1,2 m vertikale Rohre verschweisst wurden (Bild 3). An diese fügte man mit dem Fortschreiten der Kiesfüllung immer wieder neue Rohre durch Anschweissen an, bis die Mauerkrone erreicht war. Die horizontalen und die vertikalen Rohre sind mit rd. 6 mm breiten und etwa 150 mm langen Schlitzen versehen (mit Schweissbrenner herausgebrannt), durch die der Mörtel austreten kann. Im ganzen wurden 186 Vertikalrohre versetzt, von denen die Hälfte zum Einbringen des Mörtels und der Rest zum Kontrollieren des Mörtel-Niveau dienten. Man verwendete hierfür 2'' Rohre. Wie aus dem später eingefüllten Mörtelvolumen festgestellt werden konnte, betrug der auszufüllende Hohlraum 33 % des Volumens des fertigen Betons, das 9540 m³ betrug.

Nachdem die Platten fast auf die volle Höhe verlegt und Kiesmasse nachgefüllt war, wurde der Drainageablauf geschlossen und der Speichersee bis auf 4,5 m unter das Stauziel aufgefüllt. Gleichzeitig füllte man auch die Kiesfüllung mit Wasser auf und zwar derart, dass dort das Niveau stets etwas unter dem Niveau des Speichersees lag und somit die Kiesfüllung durch die Druckdifferenz zusammengedrückt wird. Alsdann begann man mit dem Einfüllen des Mörtels. Diese Operation dauerte ununterbrochen vom 26. Mai bis 4. Juni.

Der Mörtel wurde am nördlichen Ende der Staumauer aufbereitet und durch eine Pumpanlage in eine Hauptverteilleitung von 3'' ∅ gefördert, die längs der Krone über die ganze Länge des Dammes verlegt war. Dort schloss eine Rückleitung nach dem Mörtelspeicherbehälter an, die mit Entnahmestutzen versehen war. An diesen konnte Mörtel in kleine Zwischenbehälter abgefüllt werden, von denen Verteilpumpen, die mit Druckluft arbeiteten, den Mörtel absogen und über Schläuche in die vertikalen, geschlitzten Einfüllrohre förderten, die vorher in die Kiesfüllung eingebaut worden waren. Anfänglich liess man die Schläuche bis auf den Grund der vertikalen Rohre hinunter, und zog sie mit fortschreitender Mörtelfüllung nach oben, derart, dass sich ihr Ende stets unterhalb der Mörteloberfläche befand. Das Hochsteigen des Mörtels konnte an vertikalen Kontrollrohren verfolgt werden, ebenso die Temperatur des Wassers und des Mörtels in der Nähe der Mörteloberfläche. Der Mörtel bestand aus zwei Säcken Zement, ein Sack Alfesil, 1,4 kg Intrusion aid, 135 kg Sand und rd. 60 l Wasser. Grosser Wert wird auf gute Durchmischung und beständiges Umrühren im Sammelbehälter gelegt. Um Rissbildungen zu vermeiden, war man bestrebt, die Betontemperatur vor und während des Abbindens möglichst niedrig zu halten.

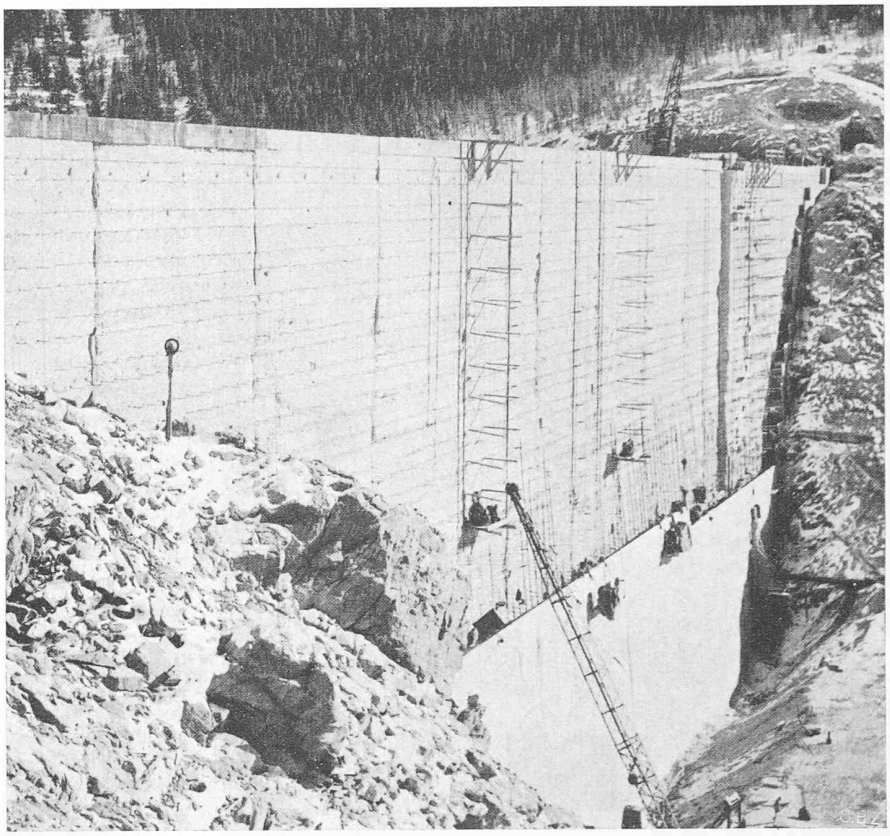

Bild 4. Die Barker Staumauer gesehen von der Seeseite, Baustadium Mitte März 1947. Die ganze sichtbare Oberfläche der alten Mauer ist mit Ankereisen besetzt. Der untere Kran füllt Kiesmasse ein, der obere versetzt eine Oberflächenplatte. Am Steilhang ganz rechts ist das Stufenfundament sichtbar
Die Bilder 1, 3, 4 und 5 verdanken wir Dipl. Ing. M. R. Roš, Zürich

Während und nach dem Einfüllen des Mörtels wurden die Temperaturen und Drücke sorgfältig verfolgt. Der grösste seitliche Druck, den die Kiesfüllung auf die Oberflächenplatten ausübte, wurde zu 0,68 kg/cm² festgestellt und trat 2,4 m über dem Grund bei einer Gesamthöhe der Kiesfüllung von 48 m auf. Die Druckmessungen ergaben sehr grosse Streuungen. Auch während des Einbringens des Kieses veränderte sich der Druck an einer bestimmten Stelle oft sprungartig. Grössere Druckschwankungen stellten sich ferner beim Füllen des Speichersees ein, indem das Wasserniveau im Kiesaggregat gelegentlich beträchtlich gegenüber dem Seespiegel zurück blieb. Bei ausgeglichenem Niveau zu beiden Seiten der Oberflächenplatten betrug der seitliche Druck fast 1 kg/cm², also wesentlich mehr als erwartet. Auch während des Einfüllens des Mörtels traten unerwartete und interessante Veränderungen dieser Drücke auf.

Die Wassertemperatur im Speichersee und in der Kiesfüllung betrug 6° C. Der Mörtel gelangte nach erfolgter Mischung mit 14° C zur Hauptpumpe. Die Ringleitung hat man mit kaltem Wasser von 6° C berieselt, sodass sich dort der Mörtel eher abkühlte. Nach dem Einführen des Mörtels nahm er an der Basis fast genau die Wassertemperatur an; mit fortschreitendem Auffüllen stieg seine Temperatur an. So wurde eine Uebertemperatur über der Wassertemperatur (6°) von rd. 7° C festgestellt, als das Mörtelniveau auf rd. 30 m über Grund angestiegen war. Diese höhere Temperatur teilte sich auch dem über dem Mörtel liegenden Wasser mit und zwar auf eine Schichthöhe von rd. 0,6 m. Um eine weitere Temperatursteigerung zu verhindern, hat man dann mit Erfolg durch die Inspektionsrohre kaltes Wasser eingeführt und es rd. 1,5 m über der Mörteloberfläche in die Kiesfüllung austreten lassen. Hätte man mit dieser Massnahme früher be-

Bild 5. Mauerkrone während des Einfüllens des Mörtels. Links Zwischenbehälter für Mörtel, darüber Mörtelzubringerleitung, daneben Mörtelpumpe mit Druckluftmotor für den Antrieb, darunter Anschlusstutzen für die Schläuche. Rechts: Enden der vertikalen 2" Mörtel-Einfüllrohre mit hineingesteckten Schläuchen, dazwischen Inspektionsrohre

gonnen, so wäre es möglich gewesen, die Uebertemperatur des Prepakt-Betons über der Wassertemperatur (6°) unmittelbar nach erfolgtem Einfüllen des Mörtels unter 3° C zu halten.

Der grösste Temperaturanstieg beim Abbinden erreichte im unteren dicken Teil der Mauerverstärkung nach vier Tagen rd. 11° C, im oberen dünnen Teil etwa die Hälfte. Nach Erreichen dieser Maximalwerte sanken die Temperaturen täglich um 0,5 bis 0,6° C. Drei Wochen nach erfolgtem Einfüllen des Mörtels hatte sich der Beton gleichmässig auf eine mittlere Temperatur von 10° C abgekühlt.

*

Die Anwendung von Prepakt-Beton für die Reparatur der Barker-Staumauer erforderte sehr umfangreiche Vorbereitungen und aussergewöhnliche Bauplatzeinrichtungen sowie eine hervorragende Organisation der zahlreichen ineinandergreifenden Operationen. Die bisherigen Feststellungen lassen erkennen, dass die Reparatur einen vollen Erfolg darstellt und dass die Staumauer in ihrem heutigen Zustand einer neuen Mauer als durchaus gleichwertig betrachtet werden darf. Die Undichtheiten im Fels sind dank der Injektionen fast völlig verschwunden.

III. Das Projekt für den Bau der Talsperre im Rätherichsboden in Prepakt-Beton

Von Dipl. Ing. PAUL BAUMANN, Beratender Ingenieur, Los Angeles, Californien

DK 627.82 : 666.973

1. Allgemeines

Die Ausschreibung des Baues der Rätherichsboden-Talsperre der Kraftwerke Oberhasli A.-G. veranlassten Ing. S. Wertz, Prof. R. E. Davis und den Verfasser, in die Schweiz zu reisen, die Möglichkeiten des Baues der genannten Talsperre nach ihrem Verfahren an Ort und Stelle zu prüfen und ein entsprechendes Angebot auszuarbeiten. Dieses Angebot, das am 6. September 1947 eingereicht wurde, soll nachfolgend beschrieben werden. Wenn es auch im vorliegenden Fall nicht berücksichtigt werden konnte, so lässt die Beschreibung doch die Vorteile des Verfahrens deutlich erkennen, und dürfte in andern ähnlichen Fällen in engere Wahl gezogen werden.

2. Der grundsätzliche Aufbau der Staumauer nach dem Prepakt-Verfahren

Die Staumauer soll aus einer äussern Schale aus vorgegossenen armierten Platten von gewöhnlichem Beton hoher Festigkeit und hoher Frostbeständigkeit und einem Kern aus Prepakt-Beton aufgebaut werden. Die hierzu nötigen Vorarbeiten sind teilweise die selben wie beim Talsperrenbau nach der bisher üblichen Art, nämlich: Fundamentaushub, Abdichten des Gesteins auf grössere und kleinere Tiefe durch Injektionen und Reinigen der Auflagerflächen für das Betonfundament. Nun werden längs den Kontaktzonen zwischen den Maueroberflächen auf der Wasser- und auf der Luftseite und dem Felsuntergrund treppenförmig abgestufte Fundamente errichtet, auf die dann die armierten Platten der äussern Schale aufgesetzt werden. Hierfür wird gewöhnlicher Beton von der selben hohen Festigkeit und Frostbeständigkeit verwendet, wie für die Schalungsplatten.

Während diese Arbeiten noch im Gang sind, kann mit dem Einfüllen des groben Kieses (10 bis 300 mm) im untersten Teil des Mauerkerns begonnen werden. Man bringt ihn in horizontalen Schichten ein. Gleichzeitig verlegt man ein System von parallel horizontalen, unten mit Schlitzen versehenen Rohren von ungefähr 50 mm l. W. senkrecht zu den Maueroberflächen und zwar in horizontalen und vertikalen Abständen von rd. 2 m.

Mit dem Fortschreiten der Kiesauffüllung werden die vorgegossenen Platten, die dem Kies als Schalung dienen, versetzt und mit den Röhren durch autogene Schweissung so verbunden, dass sie sich genau an der im Mauerplan vorgeschriebenen Stelle befinden. Die Platten sind 4 m breit und so hoch, dass ihre Vertikalprojektion ebenfalls 4 m beträgt. Demnach entfallen auf je zwei einander gegenüber liegende Platten (auf der Wasser- und auf der Luftseite) vier Rohre, Bild 3. Die Fugen werden mit Mörtel abgedichtet. Die Bilder 1 und 3 zeigen die Verbindungen der Rohre mit den Platten. Wie dort angegeben, sind die Platten auf der Luftseite mit Löchern versehen, die in den Axen der anschliessenden Rohre liegen und zum Einführen des Mörtels dienen.

Dieses Verfahren wird fortgesetzt, bis die Krone der Schalungsplatten und die Kiesfüllung eine gewisse Höhe erreicht haben. Diese ist bestimmt durch die Stabilität des immer noch losen Aufbaues und durch die Festigkeit der Platten bei Beanspruchung durch die Mörtelfüllung. Für die Stabilität ist die Höhe eines eingeschriebenen Steinkegels mit einer Böschungsneigung 1 : 1,5 massgebend, wie das in Bild 1 angedeutet ist.

Die Umwandlung der Kiesfüllung in Beton besteht aus folgenden Teilprozessen: Zuerst bestimmt man das nachher durch Mörtel auszufüllende Porenvolumen, indem man die Wassermenge misst, die nötig ist, um die Kiesfüllung bis zur gewollten Höhe mit Wasser zu sättigen. Diese Messung ist für das Bereitstellen des Mörtels notwendig, da die Vorausberechnung nicht immer genau genug durchgeführt werden kann. Anschliessend kühlt man die Kiesfüllung mit kaltem Flusswasser, das man durch die oberen Rohre einpumpt und durch die unteren ausfliessen lässt, bis der Kies die Wassertemperatur von etwa + 5° C angenommen hat.

Nach diesen Vorbereitungen folgt das Einfüllen des Mörtels. Dazu beginnt man an der tiefstgelegenen Stelle. Um den Mörtelbrei gleichmässig auf die ganze Länge der Einfüllrohre, die zu unterst gleich der Basisdicke der Staumauer ist, zu verteilen, pumpt man ihn in Schläuche, die von der Luftseite in die geschlitzten Rohre eingeschoben und dort langsam so oft hin- und herbewegt werden, bis die gewünschte Füllhöhe erreicht ist. Dabei steigt der Mörtel im Kies gleichmässig hoch und verdrängt das Kühlwasser, das oben austritt.

Schliesslich ist die Abbindewärme durch Kühlen mit Flusswasser wegzuschaffen. Hierzu führt man in jedes geschlitzte Rohr von der Luftseite her ein zweites Rohr von kleinerem Durchmesser (1") ein, bis sich dessen Ende nahe bei der wasserseitigen Schalungsplatte befindet und pumpt vor dem endgültigen Abbinden des Mörtels Kühlwasser hinein,