

Erläuterungsdokument

9.1-III.a Einheben eines Segment-Kofferdamms

Verfahren:	Einheben eines Segment-Kofferdamms
Dokument:	Lock Review – Version 2
Dokumentenart:	Review
Bearbeitungstiefe:	III Ausführungsplanung
Verfasser:	Robert Bittner, Sam Yao
Erstellt:	Mai 2006
Projekt:	Chickamauga Lock Replacement - Landward Lift-In Segmental Cofferdam
Projekträger:	The Tennessee Valley Authority (TVA)

1. Anwendungsfall

Arbeitsaufgabe

Die am Tennessee-River gelegene Chickamauga Schleusenanlage weist seit ihrer Erbauung in den 1930er Jahren Betonschäden aufgrund von Alkali-Kieselsäure-Reaktionen auf. Diese Problematik beinhaltet eine signifikante Volumenvergrößerung des Betons und führt somit auch zu Rissbildungen. Dadurch bedingt sind häufige Betriebsausfälle sowie hohe Erhaltungskosten der Einkammerschleuse. Nach einer Machbarkeitsstudie durch das *Corps of Engineers* wurde der Neubau einer Ersatzschleuse als ökonomisch beurteilt.

Der Ersatzneubau soll dazu im Schutze eines Kofferdammsystems errichtet werden, der als Bauteil in die Wand des Ersatzneubaus integriert wird und für die gegebenen Randbedingungen infrage kommt. Für diese Arbeitsaufgabe wurde u. a. Folgendes berücksichtigt:

- Vorhandene Betriebsausfälle der bestehenden Schleusenanlage und damit verbundene Auswirkungen auf die Schifffahrt
- Risiko des ausgewählten Kofferdammsystems bezüglich des Transports und der Errichtung von vorgefertigten Schleusenelementen
- Konstruktive Fragen, wie z. B. die Erstellung von Fundamenten unter Wasser, Bauteilfügen und Ausrichtung
- Wirtschaftlichkeit der Maßnahme hinsichtlich der weiteren Verwendung der Lösung in anderen Bereichen des Projekts, wie z. B. bei der Konstruktion von Leitwänden

Randbedingungen

- Erhaltung des Betriebs der bestehenden Schleusenanlage
- Komplexe geologische Beschaffenheit
- Lage des Kofferdamms angrenzend an den tiefen Aushub für die Konstruktion des Ersatzneubaus der Schleusenkammer
- Landseitige Begrenzungen der Platzverhältnisse zur Errichtung des Kofferdamms und der neuen Schleusenwand

- Machbarkeitsstudie zu konventionellen und innovativen Kofferdammsystemen

2. Ergebnisse

Für einen konventionellen Zellenkofferdamm erwiesen sich die vorherrschenden Randbedingungen als schwierig. Daher wurde ein Segment-Kofferdamm entwickelt, dessen Segmente mit Hilfe eines Schwimmkrans eingehoben werden. Das Segment wurde über die Wasserstraße an die Einbaustelle transportiert. Für den anschließenden Bauablauf konnten 7 Phasen identifiziert werden. Während der Durchführung der Phasen 1 - 6 muss der Schiffsverkehr nur an einem Tag ausgesetzt werden. Dies ist der Fall, wenn das Segment eingehoben wird.

Der segmentierte Kofferdamm wies in der Planung folgende Vorteile auf:

- Erhöhung der Tragfähigkeit des Fundaments aufgrund der Direkteinleitung der Lasten in die tragfähigen Schichten
- Reduzierung der Beeinträchtigung der Schifffahrt
- Berücksichtigung der begrenzten Breite des Kofferdamms am Ende der landseitigen Schleusenmauer

Innovative Ansätze des verwendeten Kofferdamms

- Erstellen der Schleusenwand im Schutz des Kofferdamms wobei der Kofferdamm integraler Bestandteil der Schleusenwand ist, dadurch wurde Materialverbrauch verringert
- Die spätere Schleusenwand wird statisch mit dem Kofferdamm verbunden indem Bewehrungsseile in den Kofferdamm gebohrt werden bzw. über vorinstallierte Muffenanschlüsse. Der Kofferdamm ist dann entsprechend angeraut bzw. mit Aussparungen zum Verkrallen ausgerüstet

Transport

Die Segmente des Kofferdamms werden als oben und unten offene Betonkästen im Werk vorgefertigt. Von dort aus werden die Segmente über den Wasserweg mit einem Frachtkahn auf die Baustelle transportiert, weswegen vorzugsweise Werke in Wasserstraßennähe gewählt werden sollten. Die gewählte Fahrrinne muss dabei einen ausreichenden Tiefgang für den Transport der Segmente besitzen, daher muss u. U. an wenigen kritischen Stellen eine geringfügige Fahrinnenvertiefung vorgenommen werden. Für den Bauablauf selbst sind 7 Phasen vorgesehen:

Phase 1

In der ersten Phase wird der Baugrund für das Segment vorbereitet. Dies beinhaltet das Abtragen der Deckschicht sowie das Entfernen von Erhebungen und/oder Bereichen mit ungeeignetem Baugrund. Dazu können z. B. ein Trägergerät mit Zweischalengreifer, Meißeln oder Tieflöffel eingesetzt werden. Von einigen Unebenheiten in der vor Ort befindlichen Gesteinsoberfläche ist auszugehen. Nach der Vorbereitung des Baugrunds erfolgt die Herstellung von Bohrpfählen, auf die anschließend das vorgefertigte Segment im Einheberverfahren abgesetzt wird. Die Bohrpfähle sind

hierbei so angeordnet, dass diese in den durch die Segmentwände umschlossenen Raum hereinragen.

Das Segment wird mit Hilfe eines Schwimmkrans eingehoben. Für das Einhebeverfahren ist hierbei das Gewicht eines Segments von ca. 260 bis 320 t zu berücksichtigen. Durch das Anbringen von 4 Leitseilen und Seilwinden wird starkem Schwingen des Segments während des Einhebens vorgebeugt. Der Frachtkahn wird mithilfe von Festmachleinen stabilisiert. Kurz über der finalen Position kann das Segment in eine vorher angebrachte Führung einrasten, die an einem bereits eingebrachtem Segment befestigt ist. Ab hier wird das Segment über Seilwinden horizontal gezogen, um es an das angrenzende Segment zu pressen und die vorinstallierten Anschlüsse miteinander zu verbinden. Für die Positionierung der Segmente werden konventionelle Vermessungsmethoden verwendet, die auch auf dem Festland eingesetzt werden. Nach dem Einheben wird das Segment mit Hilfe von hydraulischen Druckkissen justiert.

Phase 2

In der zweiten Phase wird zunächst ein Kofferdammenschutz (Fendersystem) gegen Anprall installiert. Außerdem wird der Baugrund, welcher durch das Segment umschlossen ist, inspiziert und vorbereitet. Es ist wichtig die Baugrundoberfläche zu reinigen, da in einem nächsten Schritt eine Unterwasserbetonschicht im Kontraktorverfahren hergestellt wird und dabei ein guter Verbund zwischen der Baugrund- und dem Unterwasserbeton gewährleistet sein muss. Des Weiteren werden bei der Reinigung Reste von Geröll und Boden entfernt, welche sonst ein Eindringen von Sickerwasser begünstigen würden und/oder die Gleitsicherheit herabsetzen könnten. Es wird empfohlen die Reinigung der Bodenoberfläche von Industrietauchern überprüfen zu lassen.

Vor der Betonage müssen die Spalten zwischen den Segmenten und dem Flussbett abgedichtet werden. Hierzu hat sich eine gefaltete Abdichtplane bewährt, die mit Stahlketten beschwert ist und über Faserverstärkung in Form gehalten wird. Abschließend werden Sandsäcke genutzt, um die endgültige Dichtigkeit herzustellen. Alternativ können auch mit Mörtel verpressbare Dichtsäcke genutzt werden. Anschließend wird im Kontraktorverfahren eine Unterwasserbetonschicht bis zu einer Höhe unter der ersten Aussteifung des Segments hergestellt. Die Betonschicht dient als horizontale Abdichtung, um anschließend eine Entwässerung des Segments durchführen zu können.

Phase 3

Nachdem die Betonfestigkeit der hergestellten Betonschicht ca. 27,6 N/mm² erreicht hat, findet die Entwässerung statt. Danach werden die unteren Trägerbalken bzw. die untere Aussteifung entfernt. Zudem wird die Verbindung zwischen Bohrpfählen und Frischbeton vorbereitet sowie Bewehrung für die nächste Betonschicht verlegt. Daraufhin wird die zweite Betonschicht bis unter die mittlere Aussteifung des Segments betoniert.

Phase 4

Die obere Aussteifung wird ebenfalls entfernt und das restliche Volumen des Segments wird in 3 Abschnitten betoniert. Abschließend wird eine bewehrte (Arbeits-) Oberfläche hergestellt.

Phase 5

Ein Dichtungsschirm wird unterhalb des Kofferdams hergestellt.

Phase 6

Weitere Ortbetonschichten werden mithilfe von Schalung ergänzt.

Phase 7

Wenn alle Segmente eingebaut sind, wird der komplette Bereich, der durch die Kofferdämme umschlossen wird, trockengelegt. Im Anschluss daran wird die Schleusenanlage inklusive der Schleusenwandfertigung fertiggestellt. Eine Information dazu, wie lange der Schiffsverkehr in dieser Phase eingestellt werden muss, ist nicht vermerkt.

3. Fazit

Bei der Eingrenzung von Platzverhältnissen durch den Betrieb der bestehenden Schleuse konnte der Segment-Kofferdamm im Einheberverfahren mit Schwimmkran eingebaut werden. Die Gründung des Kofferdamms auf Pfählen ermöglicht eine höhere Stabilität bei schwierigen geotechnischen Randbedingungen. Die seitliche Stabilität wäre durch die Lage des Kofferdamms angrenzend zum tiefen Aushub für den Ersatzschleusenneubau mit konventionellem Kofferdamm gefährdet.

Das Verfahren kann besonders dann interessant sein, wenn keine kompletten U-förmigen Segmente eingeschommen, eingeschoben oder eingehoben werden können. Dies kann aufgrund der Dimensionierung der Schleusenanlage oder den vor Ort vorherrschenden Bedingungen der Fall sein. Wie lange der Schiffsverkehr während Phase 7 eingestellt werden muss, ist in Zukunft noch näher zu untersuchen.