

Erläuterungsdokument

3.3-V.a Fertigteile mit kompletter Lastübernahme für die Vorsatzschale

Verfahren:	Fertigteile mit kompletter Lastübernahme für die Vorsatzschale
Dokument:	<i>Comparison of Cast-in-Place Concrete Versus Precast Concrete Stay-in-Place Forming Systems for Lock Wall Rehabilitation</i>
Dokumentenart:	Technischer Bericht des US Army Corps of Engineers
Bearbeitungstiefe:	V Ausführung
Verfasser:	William R. Miles und Donald J. Bergmann & Associates, P.C.
Erstellt:	Oktober 1993
Projekt:	Troy Lock and Dam
Projekträger:	Durch das HQUSACE gesponsorte Teilprojekt des <i>Concrete and Steel Structures Problems Area of REMR Research Program</i>

1. Anwendungsfall

Die am Hudson River gelegene Troy Lock wurde 1915 errichtet und 1916 für die Schifffahrt freigegeben. In den Jahren 1987 bis 1992 erfolgte die Durchführung eines umfangreichen Reparaturprogramms, nachdem die Instandsetzung der Schleusenanlage wegen einer mangelbehafteten Baustruktur empfohlen wurde. Im Rahmen eines zweiphasigen Reparaturprogramms wurde unter anderem eine Instandsetzung der Schleusenammerwände vorgenommen. Außerdem wurde die Außenseite der flusseitigen Kammerwand instandgesetzt. Dazu wurden in der ersten (provisorischen) Phase ein Ortbetonverfahren und in der zweiten Phase Betonfertigteile in Kombination mit einer Betonhinterfüllung eingesetzt. In diesem Erläuterungsdokument liegt der Fokus auf dem Einsatz von Betonfertigteilen in Phase 2.

In einem Bericht aus dem Jahr 1990 wurde die Empfehlung ausgesprochen, die Instandsetzung mit Fertigteilen durchzuführen. Folgende Gründe wurden aufgeführt:

- Eine Kostenschätzung erbrachte keinen signifikanten Vorteil einer Variante.
- Die Fertigteilösung wurde als einfacher umsetzbar gegenüber der Ortbetonvariante eingeschätzt (keine Schalung, keine aufwändige beheizte Einhausung, bessere Qualität).
- Es wird davon ausgegangen, dass Fertigteile, die in der kontrollierten Umgebung eines Fertigteilwerkes erstellt werden, eine höhere Druckfestigkeit, eine höhere Abriebfestigkeit und eine höhere Wasserundurchlässigkeit aufweisen.
- Herstellung einer weitgehend fehlerfreien Oberfläche

Arbeitsaufgabe

Instandsetzung Kammerwände:

- Abtrag des geschädigten Betons an den Kammerwänden der Blöcke 4 bis 22 sowie 35 bis 53 und Instandsetzung im Bereich oberhalb von ca. -0,6 m (-2 ft) unter Unterwasserstand bis zur Planie mit Betonfertigteilen und Betonhinterfüllung.

- Ausbau von Schleusentoren und Abtrag von geschädigtem Beton im Schleusentorbereich sowie Instandsetzung mit Ortbeton im Bereich unterhalb von ca. -0,6 m (-2 ft) unter Unterwasserstand sowie mit Betonfertigteilen oberhalb von ca. -0,6 m (-2 ft) unter Unterwasserstand.

Instandsetzung der Außenseite der flussseitigen Kammerwand

- Abtrag von geschädigtem Beton an den Blöcken 39 bis 55 in einem Bereich oberhalb von ca. -0,6 m (-2 ft) unter Unterwasserstand bis zur Planie.
- Abtrag von geschädigtem Beton an den Blöcken 32 bis 38 in einem Bereich oberhalb von ca. 3,7 m (12 ft) über Unterwasserstand bis zur Planie.
- Installation von Betonfertigteilen inklusive Betonhinterfüllung in den genannten Abtragsbereichen.

Randbedingungen

- Einbau der Betonfertigteile in der Schleusenkammer während dem eingestellten Schiffsfahrtsbetrieb im Winter 1991/92.
- Einbau der Betonfertigteile an der flussseitigen Wand unter laufendem Betrieb im Frühling und Sommer 1992.
- Abmessungen Schleusenkammer:
 - Länge: ca. 150 m (492.5 ft)
 - Breite: ca. 13,5 m (44.4 ft)
 - Tiefgang: ca. 4,3 m (14.0 ft)

2. Ergebnisse

Nachfolgend werden die wesentlichen Ergebnisse bezüglich der Instandsetzung mit Betonfertigteilen aus dem technischen Bericht des US Army Corps of Engineers zusammengefasst:

Bauablauf

- Entwurf und Planung der Betonfertigteile:
Kammerwände:
 - Die größten Lastzustände auf das Fertigteil traten während der diversen Hebevorgänge und der Neigung bei Transport und Einbau sowie während des Einbaus des Hinterfüllbetons auf.
 - Unter Verwendung von FEM-Berechnungen wurden 4 Anschlagpunkte an einem Betonfertigteil für Transportvorgänge und dem Einhebevorgang festgelegt. In der Oberseite der Fertigteile sind zwei 8 Tonnen-Anker verbaut.
 - Die maximale Fertigteilhöhe wurde auf ca. 3,7 m (11 ft, 11 in.) festgelegt, um zusätzliche Transportkosten zu vermeiden.
 - Die maximale Fertigteillänge wurde auf ca. 8,7 m (28 ft, 6 in.) festgelegt, um die Tragfähigkeit von 2 Ankern je Fertigteil nicht zu überschreiten.
 - Die typische Fertigteillänge betrug ca. 6,1 m (20 ft), variiert aber mit der jeweiligen Kammerblocklänge.
 - Die Fertigteildicke betrug ca. 19 cm (7,5 in.).

- Die statische Berechnung der Fertigteile war für eine maximale Rissbreite von 0,15 mm ausgelegt. Dies entspricht der Empfehlung des ACI 224 für Flächen in Wasserwechselzonen. Die Rissbreiten auf der Rückseite waren nicht begrenzt.
- An der Rückseite wurden für die Rissbreitenbeschränkung eine konstruktive Bewehrung sowie ein Drahtgeflecht eingeplant. Ein rechnerischer Nachweis wurde für diese Flächen nicht geführt.
- Für die Rückverankerung der Fertigteile wurde ein Abstand zwischen den Verankerungselementen von 4 ft (ca. 1,2 m) vorgesehen.

Außenseite der flussseitigen Kammerwand:

- Die Fertigteile waren entweder ca. 1,5 m (5 ft) oder ca. 3 m (10 ft) hoch.
 - Typischerweise waren die Fertigteile ca. 6,1 m (20 ft) lang und variierten ebenfalls mit der Blocklänge.
 - Die Fertigteildicke betrug ca. 14 cm (5,5 in.).
- Vorbereitung der Kammerwände für den Einbau der Betonfertigteile
 - Der Altbetonabtrag betrug mindestens 31 cm (12 in.), mit zusätzlichem Abtrag in den Leiter- und Pollerbereichen. Für die Abtragsarbeiten wurden Fräsen, Bohren und Sprengen, Hydraulikmeißel eingesetzt.
 - An den Unterseiten der Abtragsbereiche wurde ein Sägeschnitt (10 in.) durchgeführt, um eine Aufstellfläche für die Fertigteile vorzubereiten.
 - Darauf folgten eine Oberflächenbehandlung und Reinigung der Kammerwände mit HDW.
 - Anschließend wurde die Verankerung der neuen Vorsatzschale in einem Abstand von ca. 1 m bis 1,5 m (3 bis 5 ft) eingebaut. An 5 Prozent der Anker wurden Ankerzugversuche durchgeführt.
 - Einbau der Betonfertigteile
 - Die Fertigteile an der Innenseite der Schleusenammerwand wurden in zwei vertikalen Reihen eingebaut.
 - Die Fertigteile an der Außenseite der flussseitigen Wand wurden in 3 vertikalen Reihen eingebaut.
 - Mit einem Kran wurden die Fertigteile sowohl für die Schleusenammerwände als auch für die Außenseite der flussseitigen Wand zunächst aus der horizontalen in die vertikale Position gebracht und anschließend eingehoben. Zum Aufrichten waren die Fertigteile auf Gummireifen gelagert, um die untere Kante während des Vorgangs nicht zu beschädigen.
 - Die Fertigteile wurden entweder auf Stahlunterlegscheiben in Höhe des UW oder auf den vorher angebrachten Fertigteilen aufgelagert.
 - Die Fertigteile mussten so positioniert werden, dass die Fertigteilanker mit den vorher an der Kammerwand eingebauten Dübeln verbunden werden konnten.
 - Mit Einstellelementen, Ankern (über und unter den Fertigteilen) sowie mit Stützbalken aus U-Stahlprofilen wurden die Fertigteile in Position gebracht und gehalten.
 - Vertikale Bewehrungsstäbe wurden von oben eingehoben und an der vorhandenen Verankerung befestigt.

- Hinterfüllen mit Ortbeton
 - Der Beton wurde in den mindestens 11,4 cm (4,5 in.) breiten Spalt zwischen Betonfertigteile und Bestand mithilfe eines Betonkübels eingefüllt, der mit einem mobilen Montagekran in Position gebracht wurde. Die maximale Füllhöhe betrug etwa 1,8m (6 ft), um den Frischbetondruck für die Fertigteile zu begrenzen
 - Der eingebrachte Beton wurde über Rüttelflaschen verdichtet
 - Nachdem die erste Hälfte der Fertigteilhöhe betoniert war, erfolgte nach Verdichtung und 4-stündiger Erhärtungszeit die Betonage der zweiten Hälfte.
 - Für die Nachbehandlung mussten die gegebenen Außentemperaturen berücksichtigt werden. Aufgrund niedriger Außentemperaturen wurde die Schleusenkammerwand vollständig mit Plastikplanen bedeckt. Der Raum zwischen den Plastikplanen und der neuen Kammerwand wurde entsprechend beheizt.

Befund der Inspektion

Begleitend zum laufenden Bauprozess sowie nach Inbetriebnahme der Schleuse wurden Inspektionen durchgeführt. Während der Herstellungsphase der Fertigteile wurden sowohl die Herstellungsbedingungen der Fertigteile aufgezeichnet (Temperatur, Luftfeuchtigkeit) als auch Druckfestigkeitsuntersuchungen an extra hergestellten Zylindern durchgeführt und später von extern QS kontrolliert. Die mit Fertigteilen instandgesetzten Wände hatten nach Abschluss der Maßnahme ein ebenes und gleichmäßiges Erscheinungsbild. Risse waren nur an 11 der 177 Fertigteile zu erkennen, diese hatten eine Rissbreite über 0,006 inch (ca. 0,15 mm) - an vier Fertigteilen wurden die Risse mit Injektionen instandgesetzt; Risse unter 0,006 in wurden mit Epoxydharz verfüllt. Ein Wasserdurchtritt durch die Wände war an einigen Stoßfugen zu erkennen.

3. Fazit

In dem vorliegenden technischen Bericht wird neben der Fertigteilvariante auch eine Ortbetonvariante betrachtet. Die beiden Varianten wurden dabei hinsichtlich Qualität, Kosten, und Erscheinungsbild miteinander verglichen. Die Variante mit Fertigteilen weist im Gegensatz zur Ortbetonvariante einige Vorteile auf. Dazu gehört eine minimale Rissbildung, eine erhöhte Dauerhaftigkeit, eine geringere Instandsetzungsdauer, geringere Abnutzung durch Anprall, geringere zukünftige Instandsetzungskosten und ein optisch besseres Erscheinungsbild. Des Weiteren bietet sich die Fertigteilvariante für Instandsetzungsvorhaben bei geringen Außentemperaturen an, da die Anforderungen an den Hinterfüllbeton durch den Schutz des Fertigteils geringer sind.