INTERNATIONALER STÄNDIGER VERBAND

DER

SCHIFFAHRTS-KONGRESSE

XI. Kongress - St.-Petersburg - 1908

I. Abteilung : Binnenschiffahrt

1. Mitteilung

VERWENDUNG VON EISENBETON

BEI WASSERBAUTEN

BERICHT

VON

W. NOBLE TWELVETREES

M. I. Mech. E., A. M. I. E.

NAVIGARE

NECESSE

BRÜSSEL

BUCHDRUCKEREI DER ÖFFENTLICHEN ARBEITEN (GES. M. B. H.)

169, rue de Flandre, 169

EINIGE ANWENDUNGEN ARMIERTEN BETONS

BEI

Binnenschiffahrtsanlangen im Vereinigten Königreich

Da die Binnenschiffahrt in Gross-Britannien und Irland seit vielen Jahren, ausgenommen wenige grosse Flüsse und Kanäle, vernachlässigt ist, so ist bisher verhältnismässig wenig Gelegenheit gewesen, Bauten in armiertem Beton auszuführen, wie sie in den Rahmen dieses Berichtes passen.

Zur Zeit ist der fragliche Gegenstand einer Königlichen Kommission unterbreitet, die ernannt ist, um festzustellen, ob die Schiffahrt auf britischen Kanälen und Flüssen so wiederbelebt werden kann, dass die Unkosten für Umgestaltung, Verbesserung und Ausdehnung der bestehenden Wasserstrassen gerechtfertigt sind.

Viele der von der Kommission vernommene Sachverständige betonten lebhaft den Wunsch, das britische Kanalnetz umzubilden und es ebenso wie alle schiffbaren Wasserstrassen unter die Aufsicht von Bezirksbehörden und einer Zentralstelle mit finanzieller Beihilfe seitens des Staates zu stellen. Wenn die Königliche Kommission sich dieser Ansicht anschliessen und auch das Parlament sie annehmen sollte, so würden voraussichtlich Ingenieurbauten zur Ausführung kommen, bei denen in ziemlich grossem Umfange armierter Beton zur Verwendung kommen würde, und zwar nach dem Vorbilde von Bauten, die in Grossbritannien schon für Zwecke hergestellt sind, die mit der Binnenschiffahrt zusammenhängen oder ihr verwandt sind.

Im vorliegenden Bericht beschäftigt sich der Verfasser kurz mit verschiedenen Arten von Bauten, die zeigen, in welcher Weise armierter Beton verwendet ist und beim Entwerfen von Binnenschiffahrtsanlagen in Vereinigten Königreich verwendet werden könnte.

a. Fluss- und Kanal-Mauern und Ufer.

Zum Schutz von Fluss- und Kanalufern gegen Zerstörung ist kein Verfahren wirksamer oder einfacher als die Herstellung einer Spundwand aus armiertem Beton, aus Pfählen, die an den Seiten genutet und durch reinen Beton so verbunden werden, dass sie eine fortlaufende wasserdichte Mauer bilden.

Beispiele solcher Bauten findet man am Aire und Calder Kanal in Yorkshire, am Avon bei Christchurch, Hampshire und am Itchen bei Southampton. Die Pfahlreihe bei Christchurch hat eine Länge von 100 Fuss (30,5 m) und gibt einem Ufer von 6 Fuss (1,83 m) Höhe Halt, das mit einem Zentner per Quadratfuss (546,89 kg per qm) belastet ist. Diese Mauer wurde als Teil eines Entwurfs zur Erweiterung des Flusses oberhalb der Christchurchbrücke ausgeführt. M. I. Taylor, der Grafschaftsingenieur, stellt fest, dass sie einen sehr wirksamen Schutz gibt und dass der Bau mit weniger Kosten und schneller ausgeführt wurde, als wenn eine Betonmauer in der gewöhnlichen Art gebaut worden wäre.

Die Futtermauer am Flusse Itchen wurde für die London- und Südwest-Eisenbahngesellschaft ausgeführt; die Pfähle wurden 17 Fuss (5,18 m) in groben Sand und Kies durch ein Gewicht von 1,35 Tons (1,37 t) getrieben, das aus 6 Fuss (1,83 m) Höhe herab fiel.

Die Mauer am Ouseburnfluss bei Newcastle-on-Tyne kann als Beispiel für die überlegene Haltbarkeit armierten Betons gegenüber massiv gemauerten Wänden an solchen Stellen gelten, wo die Fundamente leicht unterspült werden können.

Diese Wand von im Ganzen 102 Fuss (31,08 m) Länge wurde als Ersatz für eine gemauerste Wand hergestellt, welche in den Fluss gekippt war, infolge der Zerstörung während der Hochwasser.

Die Figuren 1 und 2 zeigen Einzelheiten des Baues. Zwei Pfahlreihen, die von einander 8 Fuss 9 Zoll (2,67 m) entfernt waren, während die einzelnen Pfähle, in der Längsrichtung, 5 Fuss 1 Zoll (1,55 m) Abstand hatten, wurden bis auf eine Schicht von hartem blauen Ton eingerammt, 36 Fuss (10,96 m) unter der Flusssohle; hierauf wurde eine 8 Zoll (0,203 m) dicke Plattform hergestellt sowie eine 7 Zoll (0,178 m) dicke und 16 Fuss (4,88 m) hohe Mauer, über der sich eine Brüstung aus Ziegeln erhob. In Zwischenraümen von 10 Fuss 2 Zoll (3,10 m) ist die vordere Mauer durch 6 Zoll (0,1524 m) dicke Gegenpfeiler verstärkt.

Erwähnenswert ist, dass die Breite des Fundamentes etwas grösser

ist, als sonst bei solchen Bauten üblich. Die Bedingungen der Standfestigkeit würden durch eine Gesammtbreite von 7 Fuss (2,13 m) vollkommen erfüllt worden sein; aber die Mehrkosten für die Herstellung der 9 Fuss 6 Zoll (2,90 m) breiten Fundament-Plattform waren in diesem Fall geringer, als die Ausgabe für die Entfernung der alten Fundamente gewesen wäre. Ein andrer beachtenswerter Punkt ist, dass das Bedürfnis, den Fuss der neuen Mauer etwa 10 Zoll (0,2539 m) vo der alten Linie und diese in der Höhe der Mauerkappe zu halten, eine Abdachnung von 1 Zoll auf den Fuss erforderte; das ist bedeutend mehr Neigung als sonst Mauern aus armiertem Beton dieser Art gegeben wird.

Eine 625 Fuss (190,4 m) lange Flussufermauer in Northam bei Southampton stellt eine andere Art des Baues dar. Die Mauer wurde hergestellt, indem Pfähle aus armiertem Beton vor einem alten gemauerten Bauteil eingerammt und durch Querstücke und eine fortlaufende Kappe mit einander verbunden wurden. Eine feste Deckschicht aus armiertem Beton dient als Unterlage für die Eisenbahn und 40 Tons (40,64 t) Krane. Die alte aus Ziegeln hergestellte Mauer war in schlechtem Zustande; die Fundamente waren so unsicher, dass im Fluss nicht gebaggert werden konnte; auch konnten kein Krahn und keine Gleise auf der Ufermauer Aufstellung finden.

Alle erwähnten Bauten wurden nach dem System Mouchel-Hennebique aus Eisenbeton hergestellt, das geeignet ist, die Ansprüche der Ingenieure zu befriedigen, die allgemeine Entwürfe für verschiedenartige Bauten aufzustellen haben.

b. **Docks.**

Ein Beispiel einer Dockanlage aus armiertem Beton bietet das kürzlich gebaute Scotstown Dock der Coventry Ordnance Works am Clyde bei Glasgow. Da diese Anlage die erste Verwendung von armiertem Beton zur Herstellung eines vollständigen Docks in Grossbritannien darstellt, so werden ihre Hauptteile ausführlich beschrieben und in den beiliegenden Zeichnungen dargestellt werden.

Die Verstärkung besteht ganz aus patentierten gezahnten Stahlstangen von der in Figur 3 dargestellten Form. Bei diesen Stangen soll die mechanische Verbindung und die natürliche Adhäsion zwischen dem Beton und dem Metall einen sehr wesentlichen Vorteil in Bezug auf die Sicherheit gewähren. Figur 4 giebt eine Gesamt-

ansicht der Anlage und einen Schnitt durch das Dock. Die Baustelle misst 387 Fuss (117,95 m) in der länge und 230 Fuss (70,10 m) von vorn bis hinten.

Figur 5 gibt einen Plan und eine Vorderansicht des Docks und der austossenden Kaimauern. Auf der Ostseite liegt eine 188 Fuss (57,30 m) lange Kaimauer, auf der Westseite eine solche von 47 Fuss (14,31 m) Länge; die bogenförmige Einfahrt hat eine grösste Breite von 152 Fuss (46,30 m). Das Dock ist 48 Fuss (14,64 m) breit und 176 Fuss (53,64 m) lang.

Die östliche Kaimauer misst an der Spitze 7 Fuss (2,13 m) und hat eine äussere Böschung, die bis auf eine Dicke von 10 Fuss (3,05 m) am Grunde zunimmt. Drei Gegenpfeiler verstärken sie. Jenseits der Kurve an der Einfahrt nimmt die Dicke der Mauer ab; der gebogene Teil ist indessen durch einen massiven Gegenpfeiler von der in der Abbildung gezeigten Form verstärkt. Die westliche Kaimauer ist ziemlich ähnlich ausgeführt.

Längs der Seiten und des halbkreisförmigen Endes des Docks sind die Kaimauern 13 Fuss 4 Zoll (4,60 m) am Grunde stark; die Dicke nimmt in 3 Absätzen bis auf 3 Fuss (0,91 m) an der Krone der Mauern ab. Gegenpfeiler sind in Entfernungen von je 27 Fuss (8,22 m) hergestellt, ausgenommen am Ende, wo die halbkreisförmige Mauer, welche die 2 Winkel füllt, andere seitliche Stützen überflüssig macht.

Die äusseren Kaimauern sind durch 4 ein Zoll (0,254 m) starke horizontal nahe der Vorderseite verlegte Stangen verstärkt, und 4 gleiche an der Rückseite der Mauer. Unterhalb dieser Stangen ist die Vorderseite jeder Mauer durch 3/4 zöllige (0,0192 m) in Zwischenräumen von je 12 Zoll (0,3044 m) horizontal verlegte Stangen und durch 1/2 zöllige (0,0127 m) vertikal in Zwischenräumen von je 24 Zoll (0,61 m) verlegte Stangen verstärkt. An der Hinterwand jeder Mauer ist der Beton durch 1/4 zöllige (0,0192 m) horizontal in Abständen von je 12 Zoll (0,3044 m) zwischen den Gegenpfeilern verlegte Stangen verstärkt. Die Gegenpfeiler sind abwechselnd mit 3/4 zölligen (0,0192 m) und 1 zölligen (0,0254 m) Stangen armiert.

Die Armierung der Dockmauern und Gegenpfeiler ist im allgemeinen gleichartig, und es ist erwähnenswert, dass zur Herstellung eines festen Zusammenhanges der Mauern und der Gegenpfeiler diese beiden Bauteile durch vertikale Reihen 3/4 zölliger (0,0192 m) horizontaler Stangen verbunden sind; jede derselben hat ein umgebogenes Ende, das über eine der horizontalen Stangen der vorderen

Verstärkung gelegt ist. Figur 6 ist eine typischer Schnitt durch einen der Gegenpfeiler.

Da die normale Grundfläche nur etwa 4 Fuss (0,0122 m) über dem Hochwasserspiegel bei gewöhnlicher Springflut liegt, so wurde für notwendig erachted, den Kai 6 Fuss 2 Zoll (1,88 m) über den höchsten, bekanten Wasserstand anzulegen. Genügende Wassertiefe ist durch Baggern hergestellt worden; um das weiche Material am Herabgleiten zu hindern, ist ein Vorsprung aus armiertem Beton am Ende der Kaimauer in den Fluss hinein gebaut worden. Die Wassertiefe beträgt 36 Fuss (10,96 m) bei Hochwasser 24 Fuss (7,32 m) bei Niedrigwasser; die Höhe der Mauern schwankt zwischen 28 Fuss (8,53 m) und 50 Fuss (15,24 m) über den Fundamenten.

Ehe wir diesen Teil des Gegenstandes verlassen, möchten wir darauf hinweisen, dass bei den neuen, jetzt im Bau befindlichen Trokkendocks in Middlesborough (Bauleiter I. Mitchell Moncrieff, Mitglied des Instituts der Zivilingenieure) die aus Beton bestehenden Dockböden durch Stahlstangen verstärkt sind, damit sie besser Spannungen Widerstand leisten können, die von dem Gewicht der eingedockten Schiffe herrühren.

c. **Kais und Molen.**

Kais und Molen aus armiertem Beton sind an den Ufern vieler Schiffahrtstrassen im Vereinigten Königreich hergestellt worden, für den Verkehr mit Kohle, Getreide und Waren, die von Barken und Dampfern befördert werden. So weit der Verfasser festellen konnte, ist bei allen bis jetzt fertig gestellten Bauten das System von Mouchel-Hennebique angewendet; aber auch einige andere Arten des Baues mit armierten Beton, die in letzter Zeit aufgekommen sind, werden zweifellos in Kürze Anwendung finden, um Kais und Molen für die Binnenschiffahrt zu bauen.

Der Kai von Dunston, Newcastle-on-Tyne, kann als gutes Beispiel für einen Flusskai dienen. Der erste Bauteil wurde vor einigen Jahren vor den aus Eisenbeton gebauten Kornspeichern der Wholesale-Co-operative Society auf dem Südufer des Tyne-Flusses hergestellt, nicht weit oberhalb der Stadt Newcastle. Später, als der Verkehr wuchs, wurde beschlossen, den Kai in der Form eines Dammes von 330 Fuss (106 m) Länge und 21 Fuss (6,4 m) Breite zu erweitern, mit 5 Vorsprüngen, die an diesen Stellen eine Höchstbreite von 40 Fuss (12,19 m) erzeugten. Zwischen der Erweiterung und dem Flussufer

liegt ein Stück Küste und Wasser, das schiesslich auch in Anspruch genommen werden wird, sodass der Bau die Gestalt einer Mole annimmt.

Der neue, im Anfang des Jahres 1907 vollendete Damm enthält 21 Abteilungen von 16 Fuss 9 Zoll (5,11 m) mal 21 Fuss (6,4 m), eine Abteilung am linken Ende und 5 Dammspornen von 16 mal 19 Fuss (4,88 m × 5,79 m), jede Abteilung ruht auf 6 patentierten Hohlpfählen aus armiertem Beton, System Mouchel von 18 Zoll (0,4572 m) im Quadrat mit einer Länge von durchschnittlich 45 Fuss (13,7 m); sie sind durch Querstücke verbunden und tragen den Oberbau, der aus diagonal verankerten Säulen aus Eisenbeton besteht, die an ihrem oberen Ende durch ein System von Balken und eine fortlaufende Deckschicht verbunden sind.

Da die Herstellung der hier verwendeten hohlen Pfähle in dem Bericht des Verfassers an die Abteilung für Seeschiffahrt vollständig beschrieben und illustriert ist, so ist es unnötig, hier auf Einzelheiten einzugehen. Es mag jedoch darauf hingewiesen werden, dass der Hauptvorteil des Hohlpfeilerbaues in der Verminderung des Gewichts und der Ersparnis an Material unmittelbar um die Vertikalaxe, wo es wenig nützt, zu suchen ist; hierdurch wird der Widerstand des Pfahles gegen Biegung beträchtlich grösser für ein bestimmtes Gewicht des Materiales, als der eines Pfahles mit massivem Querschnitt.

Fig. 7 giebt einen Querschnitt und einen Teil der Längsansicht des Dammes. Die Pfähle werden bis zur Tiefe von 20 Fuss (6,09 m) unter die gebaggerte Fläche des Flussbettes eingerammt; ihre oberen Enden erstrecken sich 3 Fuss 6 Zoll (1,06 m) über den Niedrigwasserspiegel. Nach dem Einrammen wurden sie auf gleichmässige Höhe abgeschnitten, und der Beton wurde von der Einlage entfernt, sodass die Stangen in dem Beton der Querstücke, Säulen und Verankerungen festgemacht werden konnten. Die Verbindungen in der Höhe von 3 Fuss 6 Zoll (1,06 m) über dem Niedrigwasserspiegel sind durch Knieverbindungen versteift, die hergestellt sind, in dem armierter Beton in alle einspringenden Winkel gefüllt wurde.

Alle Säulen haben 18 Zoll im Quadrat (0,4572 m). Die Verbindungstücke und Diagonalen messen 14 Zoll (0,355 m) in der Breite bei 16 Zoll (0,406 m) in der Tiefe. Die Längsbalken, welche die oberen Enden der Säulen verbinden, messen 16 Zoll (0,406 m) im Quadrat an der Vorder- und Hinterseite des Baues, wo horizontale Kräfte transversal zu diesem Bauteil auftreten können.

Die Längsbalken an der Mittellinie messen 14 Zoll (0,355 m) in der

Breite mal 16 Zoll (0,406 m) in der Tiefe, und die Querbalken sind 14 Zoll (0,355 m) breit und 18 Zoll (0,457 m) tief. Schwächere Balken 5 Zoll (0,126 m) breit und 8 Zoll (0,203 m) tief, erstrecken sich von der Vorderseite nach der Hinterseite des Dammes und teilen jede der Oeffnungen in 3 Abteilungen; das ganze Balkensystem wird überdeckt von einer ununterbrochenen Schicht von 4 Zoll (0,1016 m) Dicke. Die ganze Betonmasse bildet einen Block und die Oberflächen längs der Flussfront sind durch hölzerne Prellpfähle zweckmässig geschützt.

Ein Bild von der Brauchbarkeit armierten Betons für die Zwecke der Schiffahrt auf bedeutenderen Flüssen gibt die Mole und der Landungsteg in Purfleet an der Themse, die nach Entwürfen von P. W. und C. S. Meik aus Westminster gebaut worden sind.

Wie die Gesamtansicht, Fig. 8, zeigt, hat der Landungssteg eine Länge von 325 Fuss (99,06 m) und umfasst auch eine Schwebebrücke von 59 Fuss 8 Zoll (18,18 m) Spannweite. Die eigentliche Mole ist 250 Fuss (76,2 m) lang bei 34 Fuss (10,36 m) Breite.

Unterhalb der Niedrigwasserlinie bestehen die Viaduktstützen aus Mouchel-Patentzylinder-Pfeilern von 5 Fuss (1,52 m) Durchmesser. Jeder enthält 4 massive Hennebiquepfähle von 14 Zoll (0,3555 m) im Quadrat, die etwa 15 Fuss (4,57 m) in das Flussbett gerammt sind, oberhalb dessen sie mit armiertem Beton umgeben sind, der in die äusseren Zylinder gefüllt ist.

Figur 9 enthält Schnitte des Landungssteges und Figur 10 ist ein Teil-Längsaufriss, der die Sehnenbrücke mit einschliesst, die nach Fertigstellung unter der beweglichen Last von 60 Tons (60,96 t) geprüft wurde, wobei die grösste Durchbiegung nur 3/32 Zoll (0,00238 m), oder weniger, als 1/7000 der Spannung betrug.

Figur 11 enthält einen Teilaufriss und einen Querschnitt des eigentlichen Dammes, dessen Konstruktion nicht wesentlich von der der vorher beschriebenen Bauten abweicht.

Es ist hier noch zu erwähnen, dass im Januar 1907 der Steuermechanismus eines 8 Tons(8,128 t)-Dampfers in Unordnung geriet, als das Fahrzeug den Fluss, gegenüber Purfleet hinunter fuhr. Die Folge war, dass das Fahrzeug sich Quer zur Fahrstrasse stellte und auf die Mole stiess, wobei es 7 oder 8 Pfeiler und etwa 20 Quadratfuss (1,8589 m) der Deckschicht wegriss. Die Ausdehnung der Beschädigung war auf eine Länge von 20 Fuss (6,096 m) beschränkt, ein Umstand, der von den Ingenieuren P. W. und C. S. Meik der Festigkeit zugeschrieben wird, die die Decke aus armiertem Beton besass, die wie ein horizontaler Träger wirkte. Ebenso trug hierzu

die Tatsache bei, dass der Bau sich unter dem stärksten Stoss als vollkommen elastisch erwies.

Ein schwerer Zusammenstoss, der durch den mangelhaften Steuermechanismus eines anderen Dampfers hervorgerufen wurde, ereignete sich an dem Landungsteg derselben Mole, aber die Beschädigung war nicht sehr ernster Natur.

d. **Kanal- und Flussbrücken.**

Unter den Brücken aus armiertem Beton, die bis jetzt in dem Vereinigten Königreich gebaut worden sind, sind eine oder zwei unter Verwendung von eingelegtem Metall in Verbindung mit gewalzten Stahlstangen gebaut, 3 oder 4 mit Kahn'scher Stangen als Verstärkung und andere nach dem Mouchel-Hennebique-System. Die einzigen Bauwerke aus armiertem Beton über schiffbare Wasserstrassen sind diejenigen, die nach dem letztgenannten System hergestellt sind.

Das beste Beispiel einer Kanalbrücke aus armiertem Beton liefert die neue Brücke über den Leeds- und Liverpool-Kanal in der Burlingtonstrasse, Liverpool. Der Kanal war vorher überbrückt durch einen Bogen aus Mauerwerk von 18 Fuss (5,49 m) Spannweite bei 28 Fuss (8,54 m) Breite. Um grösseren Raum für den Strassenverkehr zu gewinnen, und um gleichzeitig den Kanal erweitern zu können, wurde eine neue Brücke nach dem Mouchel-Hennebique-System von John A. Brodie, M. d. F. d. Z. F., Stadt-Ingenieur von Liverpool, entworfen; dieser Bau hatte eine Spannweite von 50 Fuss (15,24 m). Die Breite zwischen den Geländern betrug 55 Fuss (16,76 m) und die lichte Höhe betrug 11 Fuss (3,53 m) über dem Wasserspiegel. Figur 12 enthält Zeichnungen der Brücke, die Fundierungen an Brückenköpfen aus armiertem Beton aufweist, sowie eine Reihe von Trägern die 24 Zoll (0,61 m) an den Unterstützungen und 20 Zoll (0,58 m.) in der Mitte tief und durch eine fortlaufende Deckschicht verbunden sind.

Um jede Unterbrechung des Strassenverkehrs zu vermeiden, wurde die Brücke zunächst nur zur Hälfte gebaut. Die erste Hälfte wurde dem öffentlichen Verkehr übergeben, bevor der übrig gebliebene Teil der alten Brücke abgerissen wurde. Nach Fertigstellung wurde eine Probebelastung mit einer 18 Tons (18,28 t) Zugmaschine und 2 Waggons, die mit 50 Tons (50,8 t) Steinen beladen waren, vor-

genommen. Längs des Fahrweges zeigte sich keine bemerkbare Erschütterung.

Unter den britischen Ingenieuren, die Vertrauen in armierten Beton als Brückenbaumaterial gezeigt haben, verdient Sidney S. Platt, M. d. F. d. Z. F., Ortsingenieur von Rochdale, besondere Erwähnung. Platt hat 4 oder 5 Stadtbrücken nach dem Mouchel-Hennebique-System mit armiertem Beton gebaut, eine darunter über den Rochdale-Kanal. Die frühere Brücke war nur 13 Fuss 6 Zoll (4,11 m) zwischen den Geländern breit und ist durch eine Bogenbrücke aus armiertem Beton mit einer lichten Breite von 42 Fuss (12,8 m) ersetzt worden.

Figur 13 ist ein Plan, der die Lage der alten und der neuen Brücke zeigt, sowie jenen Teil des neuen Baues, der vor der Zerstörung des alten Bauwerkes vollendet war. Da der Untergrund aus Kies besteht, der über einer Schicht von wanderndem Sande liegt, so wurden die Brückenköpfe auf Pfeilern aus armiertem Beton gegründet, die bis auf eine Schicht von festem Ton gerammt wurden, der in einer durchschnittlichen Tiefe von 20 Fuss (6,1 m) unter der Bodenfläche lag. Die Figuren 14 und 15 sind Schnitte, die die Art des Baues zeigen. Der Bogen mit der lichten Spannung von 26 Fuss (7,92 m), einer Gewölbhöhe von 3 Fuss 3 Zoll (0,99 m) und einer Dicke von 6 Zoll (0,1524 m) am Scheitel, ist für die 20 Fuss (6,1 m) breite Fahrrinne des Kanals nebst Treidelweg eingerichtet. Die lichte Höhe am Scheitel des Bogens beträgt 10 Fuss 5 Zoll (3,18 m).

Figur 16 ist eine Seitenansicht des fertigen Baues. Die flankierenden Türme und Geländer sind aus Stein, der übrige Teil des Aeusseren ist mit einer Schicht aus Zementmörtel und Granitstücken bekleidet. Die Belastungsprobe, die nach den Vorschriften des Ingenieurs vorgenommen wurde, geschah mit einer toten Last von 120 Pfund per Quadratfuss (585,69 kg per qm) und mit einer bewegten Last in Gestalt eines vierräderigen Wagens mit einer Radgrundfläche von 6 Fuss 6 Zoll mal 8 Fuss 6 Zoll (1,98 × 2,59 m).

Eine andere, erwähnenswerte Kanalbrücke ist kürzlich in Smethwick bei Birmingham als Ersatz zweier gemauerter Bogenbrücken hergestellt worden. Die Brücke ist nach dem System des fortlaufende Trägers mit zwei Spannungen von 42 Fuss (12,8 m) und 29 Fuss (8,85 m) gebaut. Die Breite zwischen den Geländern beträgt 39 Fuss 10 Zoll (12,14 m). Der Bau war notwendig geworden durch eine Verfügung der Behörden, wonach eine doppelgleisige elektrische Strassenbahn über den Kanalgeführt werden sollte.

Nach Vollendung wurde die Brücke mit einer beweglichen Last

von 74 Tons (75,18 t) und einer toten Last von 112 per Quadratfuss (546,89 kg per qm) auf den Fussgängerstegen geprüft mit dem Ergebnis, dass die grösste Durchbiegung, gemessen in der Mitte der Spannung von 29 Fuss (8,85 m) nur 0,0003 m oder 1/2900 der Spannweite betrug. Die nach der Vorschrift der Ingenieure zulässige Durchbiegung war 1/600 der Spannweite. Die Brücke war von C. J. Fox entworfen, Ortsingenieur von Smethwick und zwar nach dem Mouchel-Hennebique-System.

Es ist unnötig, weitere Beispiele von Kanalbrücken anzuführen; bevor aber dieser Abschnit des Berichtes geschlossen wird, bringt der Verfasser noch kurze Angaben über einige in neuerer Zeit in Gross-Britannien vollendete Flussbrücken.

Das erste Beispiel ist das einer Flussbrücke von 353 Fuss (107,6 m) Länge über den Stourfluss zwischen Bournemouth und Christchurch, ein Bauwerk, das anstelle der früheren Holzbrücke getreten ist, so dass jetzt eine doppelgleisige elektrische Strassenbahn zwischen den erwähnten Städten verkehren kann. Wie Figur 17 zeigt, enthält die Brücke 12 segmentartige Bogen, deren längster eine Spannweite von 41 Fuss 2 Zoll (12,54 m) besitzt. Die Bogen ruhen auf Pfeilern von armiertem Beton von 15 Zoll im Quadrat (0,3808 gm). Der allgemeine Charakter des Baues wird deutlich werden, wenn man die Querschnitte betrachtet, und es mag erwähnt werden, dass während der sämtlichen Proben, bei denen die Fussstege mit einer toten Last von 210 Pfund per Quadratfuss (1025,43 kg per qm) und die Fahrstrasse unter einer bewegten Last von 24 Tons (24,38 t) belastet waren, die grösste Durchbiegung nur 0,125 Zoll (0,003175 m) in der Mitte der grössten Spannweite betrug. Diese, nach dem System Mouchel-Hennebique hergestellte Brücke war entworfen von F. W. Lacy, M. d. I. d. I. F., Ortsingenieur von Bournemouth. Das zweite Beispiel ist die Stanford-Brücke über den Themsefluss in Worcestershire. Figur 18 enthält einen Querschnitt und einen Halblängsschnitt der Brücke, die aus 3 Bogen mit einer lichten Spannung von 96 Fuss 8 Zoll (28,45 m) zwischen den Brückenköpfen besteht. Die Bogen sind sämtlich durch Kreuzträger verbunden, die Quermauern tragen, auf denen die Fahrbahn ruht.

Das ist die Bogenbrücke mit grösster Spannung, die zur Zeit der Abfassung des Berichtes im Vereinigten Königreich vollendet ist. Während der sämtlichen Proben im März 1906, bei denen die Brücke mit einer toten Last von 140 Pfund per Quadratfuss (683,62 kg per qm) auf den Fusswegen und einer bewegten Last von 65 Tons (66,04 t) belastet war, betrug die grösste Durchbiegung des Bogens

am Scheitel nur 0,1783 Zoll (0,00248 m), oder weniger, als 1/8400 der Spannweite. Die Brücke war für den Worcestershire Grafschaftsrat von W. Hugh Woodcock, M. d. I. d. I. F., und L. G. Mouchel, M. d. Soc. C. E., Frankreich, entworfen.

Eine noch bedeutendere Brücke mit der Gesamtlänge von 172 Fuss (52,42 m) mit 3 Bogen aus armiertem Beton einem Bogen von 116 Fuss (35,35 m) mit zweien von 25 Fuss (7,62 m) wurde in Pontypridd über den Taff-Fluss begonnen, eine der bedeutendsten Schiffahrtsstrassen in Süd-Wales. Diese Brücke wurde von P. R. A. Willoughby nach dem System Mouchel-Hennebique zur Ausführung in armiertem Beton entworfen und wird wahrscheinlich vor der Vorlage dieses Berichtes vollendet sein.

Zwei andere Beton-Flussbrücken, die vom Northumberland Grafschaftsrat nach Entwürfen von H. W. Taylor, ehem. M. d. I. d. Z. Ing., ausgeführt sind, vertreten das Kahn'sche System. Wie aus den Zeichnungen in Fig. 19 ersichtlich ist, sind die Brücken gleichartig konstruiert. Sie treten an die Stelle zweier gemauerter Bogen über den Libburn und den Warrenburn, die bei der schweren Flut am 19. Mai 1906 weggerissen waren. In beiden Fällen sind die Brückenköpfe aus massivem Beton, der Oberbau aus armiertem Beton; die vorgeschriebene bewegliche Last von 30 Tons (30,48 t) wurde durch 2 Zugmaschinen von je 15 Tons (15,24 t) dargestellt.

e. Reservoire.

Viele aus armiertem Beton nach dem System mit gezahnter Stange mit eingelagertem Metall und nach dem Mouchel-Hennebique-System hergestellte Reservoire sind im Vereinigten Königreich vorhanden. Die meisten derselben sind bedekte Betriebsreservoire für Wasserwerkszwecke und können somit nicht als Beispiel für solche Reservoire dienen, die den Aufstau von Wasser durch Kanalgesellschaften bezwecken.

Das grösste bisher gebaute offene Reservoir aus armiertem Beton auf den Britischen Inseln ist eins in Malvern mit einem Fassungsvermögen von fast 1/2 Million Gallonen (2,271,725 l). Die inneren Masse sind 121 Fuss (36,9 m) Länge, 63 Fuss 6 Zoll (19,34 m) Breite 10 Fuss 8 Zoll (3,25 m) Tiefe an einem und 12 Fuss 8 Zoll Tiefe, am anderen Ende.

Dies Reservoir, von dem Figur 20 eine Ansicht und einen Schnitt gibt, ist in 2 Abteilungen geteilt durch eine Zwischenmauer von

5 Zoll (0,1268 m) Dicke, mit Gegenpfeilern in Entfernungen von je 5 Fuss 6 1/2 Zoll (1,69 m) auf jeder Seite. Die äusseren Mauern sind auch 5 Zoll (0,1268 m) dick und durch Gegenpfeiler aussen in Entfernungen von 6 1/2 Zoll (1,69 m) versteift.

Der ganze Bau ruht auf einer fortlaufenden Fundamentschicht aus armiertem Beton von 5 Zoll (0,1268 m) Dicke, mit Einlage von Stahlstangen die im Durchmesser 5/16 bis 7/8 Zoll (0,00793 m — 0,0222 m) stark und so gelagert sind, dass sie ein vollkommenes Netzwerk mit Maschen von 8 Zoll (0,203 m) im Quadrat bilden.

Unter jeder Futtermauer ist die Fundamentschicht durch einen trapezförmigen Gurt versteift, der bis 12 Zoll (0,3045 m) hinabragt, wie der Querschnitt zeigt.

Durch die Einlage zweier Stangenreihen nahe der oberen und unteren Fläche des Betons wird genügend Widerstand gegen Spannung und Druck unter allen Bedingungen geschaffen; durch die Anwendung weiterer Stangen in der Nachbarschaft der Gegenpfeiler ist für die Verteilung der Spannung gesorgt.

Verstärkung gegen Schubspannung in diagonalen Ebenen wird durch Bügel von dem gewöhnlichen Mouchel-Hennebiquetypus bewirkt.

Figur 21 ist ein Schnitt durch eine der Futtermauern der Teilungsmauer, Figuren 22 und 23 geben Einzelheiten der Verstärkung in den Mauern und Figur 24 ist eine für die besonderen Futtermauern an den 4 Ecken des Reservoirs typische Zeichnung.

Das Reservoir wurde von L. G. Mouchel, m. d. G. d. Z. I. (Frankreich) für den Great Malvern Bezirksrat in Zusammenhang mit einer umfassenden Hauptentwässerungsanlage entworfen; es ist jedoch augenscheinlich, dass die gleiche Bauform auch für Kanalunternehmungen passend sein würde, und der Verfasser glaubt, dass wenn die Binnenschiffahrt noch einmal eine befriedigendere Entwicklung genommen haben wird, die Wirtschaftlichkeit und andere Vorteile des Reservoirs aus armiertem Beton voll anerkannt werden dürften.

f. Lagerhäuser am Wasser.

Neben den grossen Lagerhäusern in Manchester und in den Docks von Avonmouth, die der Verfasser in einem der anderen Kongressabteilung vorgelegten Bericht geschildert hat, sind mehrere grosse Häuser aus armiertem Beton von den führenden britischen Eisen-

bahngesellschaften und verschiedenen Industriefirmen für den Wasserverkehr gebaut worden.

Ein Bau, der als geeignetes Beispiel für ein Lagerhaus gelten kann, das als Nebenanlage für den Binnenschiffahrtsverkehr dient, ist in Figur 25 abgebildet. Er wurde für die Western Counties Agricultural Cooperative Association am Towyfluss in Carmarthen nach dem Entwurf der Architekten George Morgan und Sohn und des Konstruktionsingenieurs L. G. Mouchel, M. d. G. d. Z. I. (Frankreich) nach dem Hennebique-System in armierten Beton ausgeführt.

Das Hauptgebäude ist 82 Fuss (25 m) lang und 27 Fuss 6 Zoll (8,38 m) tief und hat 4 Stockwerke. An der Kaiseite springen 2 Kantilevertürme um 9 Fuss 6 Zoll (2,89 m) vor, die zur Aufnahme von Getreide und anderen Produkten dienen, welche direkt von den Fahrzeugen am Kai durch den im Längsschnitt mit punktierten Linien angedeuteten Krahn gefördert werden.

Dies Lagerhaus ist ein gutes Beispiel für Spantenbau; alle Last wird durch Haupt- und Nebenträger auf Säulen übertragen und dann auf die Erde verteilt mittels der breiten Grundflächen dieser Bauteile; es entfällt ein Druck von 18 Zentnern auf den Quadratfuss (9 844,13 kg auf den qm). Bis zur Höhe des ersten Stocks sind die Mauern 12 Zoll (0,3048 m) dick, darüber 9 Zoll (0,2286 m); da sie indessen keine Belastung auszuhalten haben, hätte ihre Dicke ohne Nachteil noch erheblich vermindert werden können. Das flache Dach ist von einer Brustwehr von 4 Fuss 9 Zoll (1,45 m) Höhe eingefasst, so dass darauf nicht verderbliche Güter gelagert werden können.

Der ganze Betonbau bildet ein Stück; er ist nach dem Hennebique-System wie üblich armiert, das so bekannt ist, dass sich ein Eingehen auf Einzelheiten im vorliegenden Bericht erübrigt.

W. Noble Twelvetrees,
M. d. I. d. M. I.
Vorsitzender der Civil- and Mechanical Engineers' Society.

INTERNATIONALER STÄNDIGER VERBAND

DER

SCHIFFAHRTS-KONGRESSE

XI. Kongress - St.-Petersburg - 1908

I. Abteilung : Binnenschiffahrt

1. Mitteilung

BERICHT

VON

W. NOBLE TWELVETREES

BLATT I

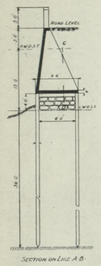


Fig. 1

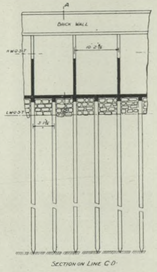


Fig. 2

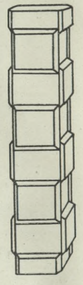


Fig. 3

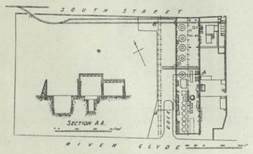


Fig. 4

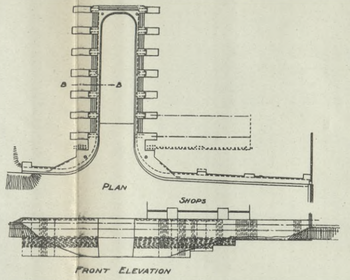


Fig. 5

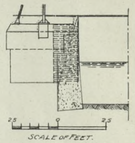


Fig. 6

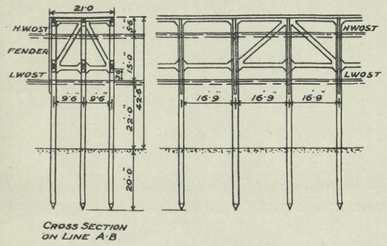


Fig. 7.

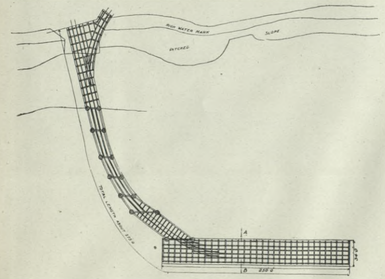


Fig. 8

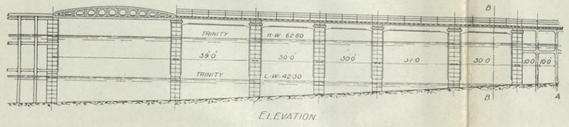


Fig. 10

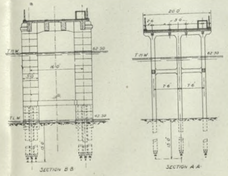


Fig. 9

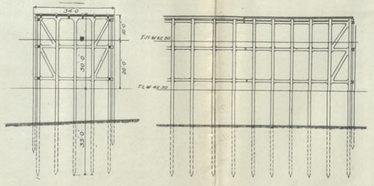


Fig. 11

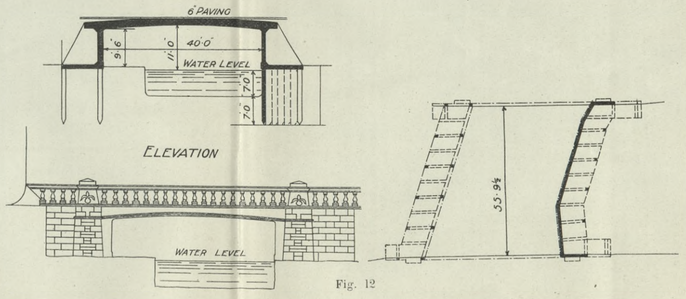


Fig. 12

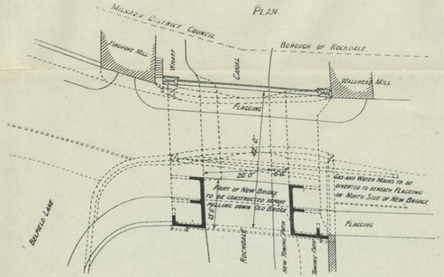


Fig. 13

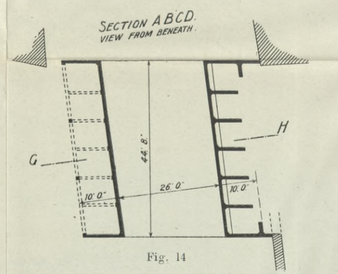


Fig. 14

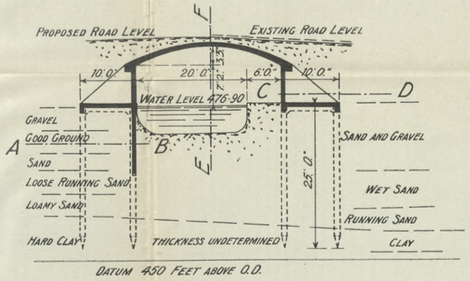


Fig. 15

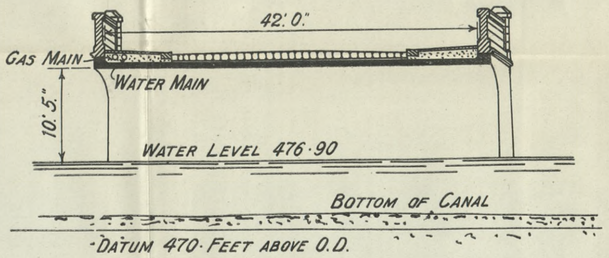


Fig. 16

INTERNATIONALER STÄNDIGER VERBAND

DER

SCHIFFAHRTS-KONGRESSE

XI. Kongress - St.-Petersburg - 1908

I. Abteilung : Binnenschiffahrt

1. Mitteilung

BERICHT

VON

W. NOBLE TWELVETREES

BLATT II

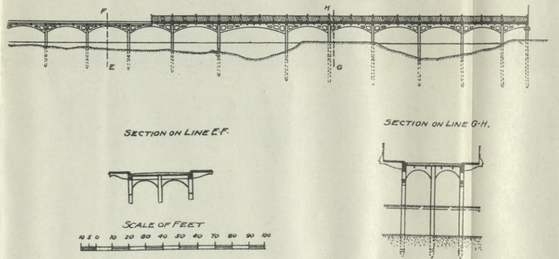


Fig. 17

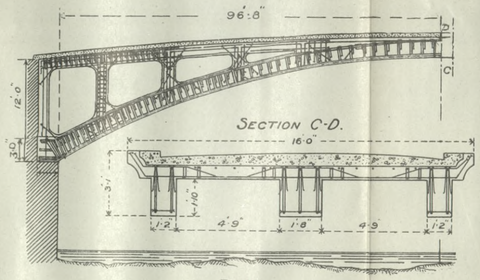
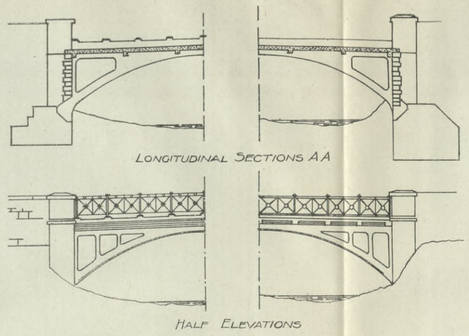


Fig. 18



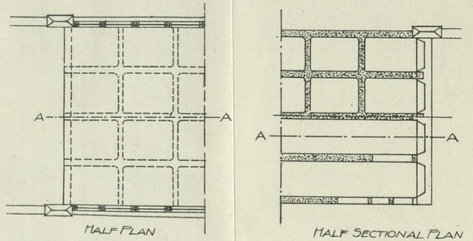


Fig. 19

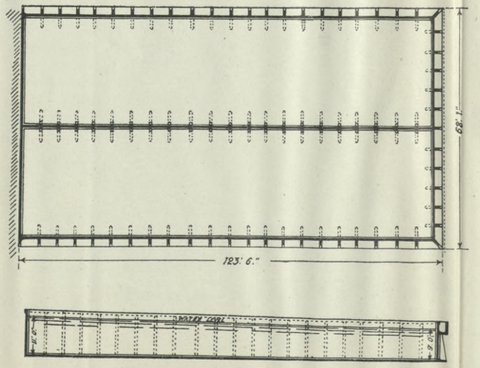


Fig. 20

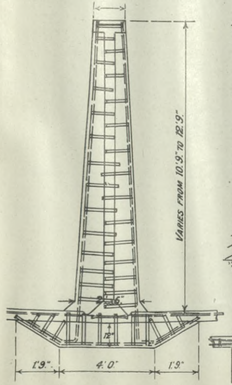


Fig. 21

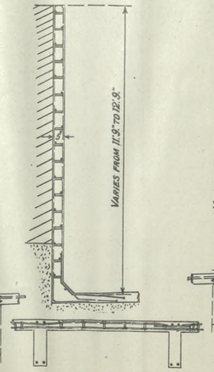


Fig. 22

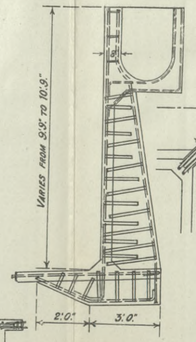
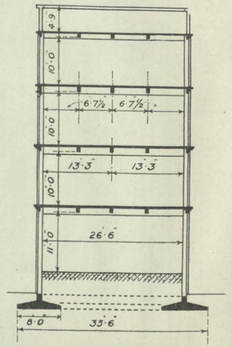


Fig. 23

Fig 24



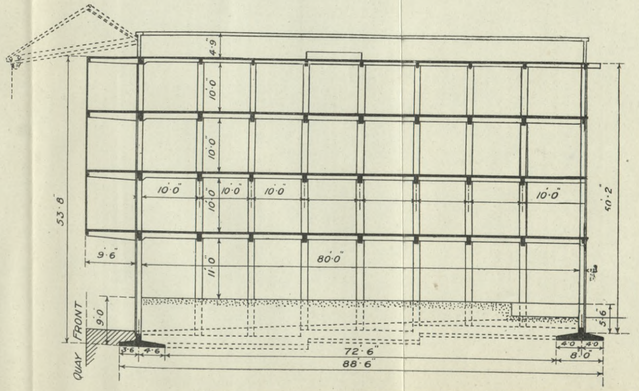


Fig. 25