

INTERNATIONALER STÄNDIGER VERBAND

DER

SCHIFFAHRTS-KONGRESSE

XI. Kongress - St.-Petersburg - 1908

II. Abteilung : Seeschifffahrt

3. Mitteilung

**VERWENDUNG VON EISENBETON
BEI SEEBAUTEN**

Mittel zur Sicherung seiner Haltbarkeit

BERICHT

VON

W. NOBLE TWELVETREES

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

NAVIGARE



NECESSE

BRÜSSEL

BUCHDRUCKEREI DER ÖFFENTLICHEN ARBEITEN (G. S. M. B. H.)

169, rue de Flandre, 169



11-354438

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000317143

300-3-48/2018

Einige Anwendungen von armiertem Beton bei Seebauten

IN DEN

HAUPTHÄFEN DES VEREINIGTEN KÖNIGREICHS

Obleich reiner Beton in ausgedehntem Masse bei der Ausführung von Seebauten im letzten Vierteljahrhundert in den meisten Seehäfen von Grossbritannien und Irland verwendet worden ist, so ist die Verwendung armierten Betons bei Bauten derselben Art erst in verhältnismässiger neuerer Zeit von den britischen Ingenieuren beliebt worden.

Wie den Mitgliedern dieses Verbandes bekannt ist, ist die durch die Armierung des Betons mögliche Gewichtsverminderung von keinem Vorteil bei Seebauten, wo es von hervorragender Bedeutung ist, dass den dort auftretenden Gewalten durch grosse Massen Widerstand geleistet wird. Ueberdies kommt es häufig vor, dass die durch die Eiseneinlage bewirkte Ersparnis an Beton aufgewogen wird durch die Kosten des Materiales und die hinzutretenden Arbeitskosten, die durch die Einlagerung desselben entstehen.

Nichtsdestoweniger findet armirter Beton nützliche und ökonomische Anwendung durch Marine-Ingenieure in verschiedenen Richtungen, und der Verfasser freut sich, feststellen zu können, dass das früher bei britischen Ingenieuren gegen das neue Material herrschende Vorurteil vollständig verschwunden ist. In dem folgenden Bericht über Seebauten aus armiertem Beton, die im Vereinigten Königreich ausgeführt sind, hat der Verfasser verschiedene hervorragende Formen von Entwürfen ausgewählt, von denen in den beiliegenden Tafeln typische Abbildungen gegeben sind.

a) Küstenschutzwerke.

Ein interessantes Beispiel von Küstenbefestigungsbauten bietet die Mole und die davor liegende, schützende Böschung zwischen West-Hartlepool und Seaton Carew in der Grafschaft Durham.

Die Gesamtlänge des Bauwerkes, von der Figur 1 eine Uebersicht gibt, beträgt 1 700 Yards (1 556 m). Es beginnt in der Form einer Futtermauer bei Seaton Carew; der Böschungswinkel beträgt dort $77,5^\circ$, er wächst auf 61° bei der Entfernung von 320 Fuss (97,6 m) jenseits der nördlichen Weichbildgrenze der Stadt, bis für die letzten 780 Fuss (237 m) der Länge die Vorderseite einen Winkel von 45° annimmt gleich dem Winkel, unter dem die Klippe gelagert ist. Von da an, bis zum Nordende verläuft der Bau mit einer Neigung von etwa 21° als Schutzböschung, deren Zweck lediglich ist, Unterwaschung zu verhindern.

Figur 2 enthält drei Schnitte durch die Mauer, die an dem Ende von Seaton Carew 550 Fuss (167,6 m) lang ist. Hier besteht der Bau hauptsächlich aus einer Fundamentschicht, auf die Strebepfosten in Zwischenräumen von 9 Fuss (2,74 m) einzeln aufgesetzt sind, um der Vorderseite der Mauer seitlichen Schutz zu geben. Die Fundamentschicht ist 8 Fuss (2,44 m) von vorne bis hinten breit, 6 Zoll (0,1524 m) dick und durch eine 9 Zoll (0,2286 m) dicke Rippe unterhalb jedes Strebepfeilers verstärkt. Die Strebepfeiler, deren Form durch den Schnitt A—B gezeigt wird, sind 6 Zoll (0,1524 m) dick, die vordere Mauer ist an ihrem Fusse 9 Zoll (0,2286 m) dick und verläuft dann, sich verjüngend, bis sie an der Krone nur 5 Zoll (0,127 m) dick ist, wo sie durch eine Kappe gekrönt ist, die 2 Fuss (0,61 m) breit ist, und deren obere Fläche 14 Fuss (4,27 m) über Hochwasser liegt.

Figur 3 ist ein Querschnitt durch die Mole in der Entfernung von 325 Fuss (99 m) von Seaton Carew, wo die Böschung der vorderen Mauer vergrößert ist, während die Höhe der Mole auf 12 Fuss 6 Zoll (3,81 m) über dem Hochwasserspiegel herab geht.

Figur 4 ist ein Querschnitt der schützenden Böschung mit einer Neigung von 45° , die sich bis zu dem West-Hartlepoolende des Baues erstreckt. Infolge der Neigung der äusseren Oberfläche waren hier keine Fundamentschicht oder Verstärkungspfeiler nötig. Mit einer horizontalen Lage von armiertem Beton von 1 Fuss 6 Zoll Höhe (0,4572 m) und 6 Zoll (0,1524 m) Dicke, steigt die Böschung bis zu einer Höhe von 9 Fuss (2,744 m) über dem Hochwasserspiegel; ihre Dicke beträgt 6 Zoll (0,1524 m) am Boden und verringert sich auf 5 Zoll (0,1270 m) an der Krone, wo sie von einer Kappe gekrönt wird; ausserdem ist sie mit Verstärkungsrippen von 6 Fuss (0,1524 m) Dicke versehen, die in Zwischenräumen von je 9 Fuss (2,74 m), gemessen von Mitte zu Mitte, angebracht sind.

Figur 5 ist ein Querschnitt der Böschung mit einer Neigung von 21° am Hartlepool-Ende.

Dieses Bauwerk ist ganz und gar durch eingelegten Stahl in Lagen von 3 zölligen Maschen (0,0761 m), gemessen über den rombischen Oeffnungen verstärkt. In der durch die Figuren 2 und 3 dargestellten Bauform ist die Fundamentschicht gegen Spannung durch Lagen von Stahl verstärkt; die Schäfte messen $1/4$ Zoll (0,0064 m) \times $3/16$ Zoll (0,0048 m) und wiegen 11 Pfund per Quadrat-Yard (5,96 kg per qm). Die Lagen nahe der unteren Fläche des Betons sind so gelegt, dass die grossen Maschenachsen von Verstärkungspfeiler zu Verstärkungspfeiler laufen. Die Verbindungsstücke liegen in diesen Bauteilen. Der vordere Rand jeder Lage ist aufwärts gebogen, und durch Bolzen, wie aus den Schnitten zu ersehen ist, festgehalten. Die vordere Mauer ist nahe der Aussenfläche des Betons mit Spannungsverstärkung versehen, die aus ausgespanntem Stahl, der in zwei Schichten verlegt ist, besteht; die grössere Achse der Maschen liegt horizontal und greift bis zu 6 Zoll (0,1524 m) an der Verbindungsstelle über. Am Fusse der Mauer sind die unteren Lagen leicht gebogen und durch Bolzen befestigt, während an der Krone der Mauer die oberen Lagen so umgebogen sind, dass sie für die Kappen eine Spannungsverstärkung bilden. Die beiden Enden jeder Lage sind zurückgebogen auf einer Länge von 12 Zoll (0,3048 m) und in den Beton der Strebepfeiler eingebettet. Der eingelagerte Stahl hat in diesem Teil des Bauwerkes Schäfte von $1/4 \times 1/8$ Zoll ($0,064 \times 0,032$ m) und wiegt 8 Pfund per Quadrat-Yard (4,34 kg per qm). Die Strebepfeiler sind verstärkt durch Lagen von Stahl von derselben Beschaffenheit, wie in der vorderen Mauer, der aber mit der grösseren Achse der Maschen vertikal liegt und nahe der Oberseite des Betons an jeder Seite verlegt ist. Der Hauptzweck dieser Verstärkung ist, der Spannung Widerstand zu leisten, die durch Erddruck gegen den Rücken der vorderen Mauer verursacht wird. Diese Lagen werden herabgeführt bis zu den Verstärkungsrippen unter den Strebepfeilern. Jede der Rippen wird verstärkt durch Streifen von ausgespanntem Stahl mit Schäften von $3/8 \times 3/16$ Zoll ($0,0953 \times 0,0048$ m) der 16 Pfund per Quadrat-Yard (8,68 kg per qm) wiegt.

Ogleich die Futtermauer sehr leicht ist, ist der Widerstand gegen Umwerfen genügend gesichert durch das Gewicht der Erde, die hinter die Vordermauer gefüllt, festgerammt ist und auf der Fundamentschicht ruht. Um die Festigkeit gegen Gleiten in der Richtung

nach vorwärts zu sichern, sind Holzpfähle von 6 Fuss (1,83 m) Länge in Zwischenräumen von 9 Fuss (2,74 m) gemessen von Mitte zu Mitte auf der ganzen Länge der Schutzmauer eingerammt, und daran sind Holme befestigt, wie Fig. 2 und 3 zeigen. An dem Seaton Carew-Ende der Futtermauer sind die Pfähle 10 Zoll (0,2539 m) im Quadrat, eine Abmessung, die auf 12 Zoll (0,3048 m) im Quadrat in dem Teile der Futtermauer vermehrt ist, der nördlich der Stadt liegt. Die Holme messen 12 Zoll (0,3048 m) \times 6 Zoll (0,1522 m). Die 10 zölligen Pfeiler sind mit 2, die 12 zölligen mit 3 Holmen versehen.

Die schützende Böschung, von der Querschnitte in Figuren 4 und 5 gegeben sind, ist nahe der Rückseite des Betons verstärkt, um der Spannung zu widerstehen, die durch Wasserdruck und Stoss von aussen bewirkt wird. Auf einem Teil ihrer Höhe ist die Vorderseite, um Spannungswiderstand zu leisten, nach Art einer Spundwand verstärkt. Die grössere Achse der Maschen folgt der Richtung der Böschung von der Krönung bis zum Fusse. Die Lagen sind zweckmässig an beiden Enden umgebogen, wie im Schnitt gezeigt. Das eingelagerte Metall in diesem Teile des Baues hat Schäfte von $3,10 \times 1/8$ Zoll ($0,048 \times 0,032$ m) und wiegt 6 Pfund per Quadrat-Yard (3,25 kg per qm).

In dem Futtermauerteile des Baues wurde der Beton in Holz gegossen. Die vorderen Wände des Holzwerkes wurden aufgebaut in dem Masse, wie der Beton Lage auf Lage eingeschüttet wurde. In der Schutzböschung wurde jedoch der Wall in der beabsichtigten Neigung hergestellt und der Beton wurde direkt auf die Erde geschüttet; so wurden alle Kosten für Zimmerarbeit erspart.

Die Bauten wurden entworfen und ausgeführt unter der Oberleitung von Nelson F. Dennes, Ingenieur des Grafschafts-Fleckens West-Hartlepool.

Die Arbeiten begannen im August 1904 und wurden im Herbst 1906 vollendet. Im folgenden Winter wurde ein Teil der Böschung durch einen schweren Sturm beschädigt. Infolge dieses Unfalls musste der Bau auf einer Länge von etwa 115 Fuss (35 m) neu aufgeführt werden, wie durch den Schnitt der Figur 6 gezeigt ist. Die Böschung wurde mit 1,5 Steinbeton wieder hergestellt, der ganz und gar mit auf beiden Oberflächen eingelegtem Stahl verstärkt war. Ausserdem wurden Verstärkungen durch Strebpfeiler in Zwischenräumen von 16 Fuss (4,87 m) aus 1 : 7 Klinker-Beton ausgeführt, die ebenfalls durch Stahleinlagen verstärkt waren.

Ein Betonboden und eine Schutzmauer wurden bis in den Ton hinein gebaut wie Figur 6 zeigt, der Betonboden wurde bis durchschnittlich 15 Zoll (0,38 m) Tiefe mit Blöcken aus Schlacke bepackt, die mit Portland Zement vergossen waren.

Ein anderer Ort, wo armerter Beton kürzlich bei Küstenschutzbauten Verwendung fand, ist Hornsea an der Küste von Yorkshire, wenige Meilen nördlich von Spurn Head. Die Klippen bestehen ganz aus glazialem Geschiebe und da sie von der See schnell beschädigt wurden, so befragten die Ortsbehörden W. T. Douglas, Mitglied des Instituts der Zivilingenieure; von ihm wurde ein Entwurf ausgearbeitet, der auch eine reine Betonschutzmauer von 720 Fuss (219,4 m) Länge umfasste, die von einer aus armertem Beton bestehenden Deckschicht als Fussgängerweg gekrönt wurde. Von ihrer nach hinten gelegenen Seite erhob sich eine ebenfalls aus armertem Beton bestehende Futtermauer.

Die Fussgängerpromenade ist 9 — 12 Zoll (0,2286 m — 0,3048 m) dick; sie ist durch Rippen im Abstand von 9 Fuss 9 Zoll (2,36 m) verstärkt. Das Ganze ist durch netzartig eingelagerten Stahl gesichert. Die Futtermauer, die als Schutz für die Vorderseite der Klippe gebaut wurde, ist 9 Zoll (0,2286 m) am Grunde dick und verjüngt sich bis zur Krone auf 4 Zoll (0,1016 m) Dicke; sie ist durch Streben in Entfernungen von 7 Fuss 9 Zoll (2,36 m) gesteuft und durch Stahleinlagen verstärkt. Schliesslich ist sie mit einer Kappe von armertem Beton gekrönt, und die obere Promenade ist mit Asphaltpflaster versehen. Verschiedene Austritte, Treppen und Böchungen sind an der Vorderseite der Mauer angebracht. Figur 7 enthält typische Schnitte, die die Gesamtanlage darstellen.

Mit Bezug auf die Verwendung armeren Betons für Küstenschutz zwecke glaubt der Verfasser, dass folgende Tatsache erwähnenswert ist; als A. T. Walmisley, Mitglied des Institutes der Zivil Ingenieure, Ingenieur der Hafenbehörde von Dover, im Jahre 1903 den Seeschutzdamm gegenüber des Marineparadeplatzes in Dover auszubessern hatte, verwendete er in ausgedehntem Masse Stahlschienen zum Zwecke der Verstärkung des Betonbaues. In einigen Teilen der Mauer wurden die Schienen nur bis auf drei Fuss (0,91 m) Entfernung verlegt (siehe Fig. 8); in anderen erstreckten sie sich von der Bekrönung bis unter die Fundamente (siehe Fig. 9), und längs eines Teiles des Marineparadeplatzes bestand der Seeschutzdamm aus Betonplatten, die mit Nuten versehen waren, so dass sie zwischen Stahlschienen eingefügt werden konnten, die als Pfosten in den Betongrund eingebettet waren und so als Verstärkung für

die zwischen ihnen eingeschobenen Platten dienten (siehe Fig. 10).

In Figur 11 haben wir eine perspektivische Skizze, die die geistvolle Anwendung armierten Betons zum Bau von Bühnen als Strandschutz darstellt. Diese von F. S. Ovens, M. d. I. d. Z. I., projektierten Bühnen bestehen aus Pfosten, die in passenden Abständen aufgestellt sind. Die aufrecht stehenden, 16 Zoll (0,4066 m) im Quadrat, sind als genutete Säulen gefertigt und in Löcher von 5 Fuss, 6 Zoll, bis 7 Fuss (1,67 m bis 2,13 m) einzeln eingelassen und in reinen Beton eingebettet. Wenn es erwünscht ist, können die aufrecht stehenden Pfosten auch als Spundwände in gewöhnlicher Weise hergestellt werden. Armierte Betonplatten, 6×12 Zoll (0,1524 m × 0,3048 m) werden verwendet, um die aufrecht stehenden Pfosten zu verbinden. Diese Platten schweben frei zwischen den Nuten in den Pfosten, erfordern keine Befestigung und legen sich infolge ihres eigenen Gewichtes fest auf die Oberfläche des Ufers. Die Kosten dieser Strandschutzbauten, etwa 20 Schilling per laufenden Fuss (82,68 Francs per m) sind nicht höher, als die starker Dämme aus Holz, aber ihre Stärke, Dauerhaftigkeit und andere Vorteile machen sie den letzteren überlegen, so dass sie schliesslich sparsamer und wirtschaftlicher sind. Die aufrecht stehenden Pfosten und Platten sind armiert und nach dem Mouchel-Hennebique-System des Eisenbeton-Baues ausgeführt.

Zur Zeit der Abfassung dieses Berichtes sind 5 Bühnen des Owens-Case-Typus, 548 Fuss (167,03 m) lang, in Roedean für die Uferbehörde von Brighton im Bau, zwei weitere, 550 Fuss (167,64 m.) lang, sollen für den Grafschaftsrat von Sussex gebaut werden und zwei andere von 500 Fuss (152,4 m) Länge für die Verwaltung in Rottingdean.

b) Hafengebauten.

Armierter Beton ist in ausgedehntem Masse für Hafengebauten im Vereinigten Königreich nicht angewendet worden. Marine Ingenieure wissen aus Erfahrung, dass den in der Praxis auftretenden Gewalten tatsächlich kein Widerstand geleistet werden kann, und dass ein Abweichen von Ausführungsformen, deren Zuverlässigkeit ausser Frage ist, möglicherweise von Störung und gänzlichem Misserfolg begleitet sein kann. Es folgt daraus jedoch nicht, dass diese Verhältnisse immer eintreten, und zweifellos könnte armierter

Beton mit Erfolg verwendet werden bei einigen Arten von Hafengebäuden, für die viele Ingenieure zur Zeit reinen Beton und massives Mauerwerk als einzig geeigneten Baustoff betrachten.

Als ein Beispiel für den Fortschritt in dieser Richtung sind die jetzt in der Ausführung begriffenen Bauten am Hafen von Newlyn, Cornwall, beachtenswert. Der Entwurf sieht für die Erweiterung des bestehenden Nordpiers den Bau eines neuen Fischkais und einer Zuführungsstrasse nach den Plänen von C. W. T. Douglas, M. d. I. d. Z. I., vor, und zwar soll das Mouchel-Hennebique-System mit Eisenbeton zur Anwendung kommen. Der alte Nordpier war ein gemauertes Bauwerk von etwa 915 Fuss Länge, 16 Fuss Breite (278,8 m \times 4,88 m) und 32 Fuss (9,76 m) Breite an der Krone. Wie aus Figur 12 ersichtlich, wird die Breite jetzt auf 28 Fuss (8,53 m) auf einer Länge von 807 Fuss (246 m) zwischen Kopf und Basis durch eine armierte Betonbedeckung vermehrt, die auf Mouchel-Hennebique-Pfählen und einem Oberbau von Säulen, Verbindungs hölzern, Balken und passenden Verankerungen ruht. Der neue Fischkai und die Zugangsstrasse sind ähnlich ausgeführt, wie die Piererweiterung. Die Gesamtlänge des Baues beträgt 465 Fuss (144,50 m) und die Breite 31 Fuss (9,45 m) abgesehen von einer Länge von 60 Fuss (18,28 m), nahe der Mitte, wo die Breite im Ganzen 61 Fuss (18,60 m) beträgt. Einige typische Einzelheiten des Baues sind in den Figuren 14 und 15 wiedergegeben.

Eine andere neue Anwendungsart armierten Betons für Hafengebäuden zeigt der Wellenbrecher, der als Schutz für den Fischhafen in Passage-East ausgeführt ist, in der Mündung des Sour Flusses, nahe Waterfort (siehe Fig. 16 bis 18). Dieser von dem irischen Amte für öffentliche Bauten nach dem Mouchel-Hennebique-System ausgeführte Bau ist 120 Fuss (36,65 m) lang und 20 Fuss (6,09 m) breit. Die Fundamentierung besteht aus einem Kastendamm der hergestellt ist, indem man armierte gespundete Pfähle aus Beton von 15 Fuss (4,57 m) bis 30 Fuss (9,14 m) Länge, je nach der Tiefe des Flussbettes, einrammte. Es wurde eine wasserdichte Wand hergestellt durch Dübel aus Beton, der in die aufeinanderstossenden Nuten in den Seiten der Pfähle eingefüllt wurde. Der Kastendamm wurde mit Steinschutt ausgefüllt, und von dem oberen Rande aus wurde ein Oberbau ausgeführt, der aus armierten Betonsäulen, Verbindungshölzern, diagonalen Ankern, Längs- und Querbalken mit seitlichen Schutzmauern und einer fortlaufenden Decke besteht. Alle diese Bauteile sind monolithisch hergestellt und durch ein vollständiges Netzwerk aus Stahlstäben verstärkt. Ein

Wellenbrecher dieser Art würde augenscheinlich für die offene See ungeeignet sein, aber für verhältnissmässig geschützte Lagen, wo Wogen von mässiger Grösse wirken, ist er ganz geeignet, wie das Verhalten des hier beschriebenen Bauwerkes beweist.

c) **Kais und Werftanlagen.**

Während des verflorenen Jahrzehntes sind eine grosse Menge Kais und Werften in britischen Häfen ausgeführt worden, und zwar mit 1 oder 2 Ausnahmen nach dem System des Eisenbetonbaues von Hennebique und Mouchel-Hennebique. Southampton kann mit Recht als der erste Ort angesehen werden, wo armierte Kais und Werftanlagen im Vereinigten Königreich zuerst ausgeführt wurden; die Stärke und Dauerhaftigkeit der dort hergestellten Bauten hat dann die Ingenieure bewogen, dieselbe Bauart an vielen anderen Orten einzuführen.

Als allgemein giltig kann gesagt werden, dass Bauten der besprochenen Art aus einer Reihe armirten Betonpfosten bestehen, die wie Holz- oder andere Pfähle eingerammt werden und die über dem Wasserspiegel durch horizontale Glieder so verbunden werden, dass sie ein festes Netzwerk bilden, über welchem Säulen aus armirtem Beton als Fortsetzung der Pfeiler aufgeführt werden. Die Säulen sind sicher verankert und an der Spitze durch ein System von Balken verbunden; diese Teile tragen die fortlaufende, aus armirtem Beton bestehende Deckschicht, auf die die Eisenbahnschienen und das Wegepflaster verlegt werden. Handelt es sich um Kais, so werden häufig Hennebique-Spundwände zwischen die gewöhnlichen Pfähle getrieben, in der Absicht, eine fortlaufende, wasserdichte Wand zu bilden, hinter die Erde gefüllt und festgerammt wird, so dass der Kai mit dem Rande des Hafens oder der Küste in Verbindung gesetzt wird. Das so eingefüllte Material kann bis zu der normalen Bodenoberfläche aufgefüllt werden, oder in einer Böschung enden, deren Vorderfläche aus Steinpackung besteht. Die Verstärkung der verschiedenen Bauteile ist sicher in dem Beton der benachbarten Bauteile verankert, und der Beton ist so geschüttet, dass er ein aus einem Stücke bestehendes Bauwerk bildet, ohne Verbindungsglieder irgend einer Art.

Figur 19 ist ein Querschnitt des im Hafen von Southampton für die London- und Südwestbahn-Gesellschaft gebauten Kohlenkais nach Zeichnung von W. T. Foxlee, M. d. I. d. Z. I. Dieser

450 Fuss (137,10 m) lange und 20 Fuss (6,09 m) breite Bau ruht auf etwa 130 Pfählen aus armiertem Beton, die in die Sohle des Hafens gerammt sind. Der Schnitt zeigt deutlich die allgemeine Anlage und die Methode der Verankerung. Es versteht sich, dass auch entsprechende Längsverankerungen vorgesehen sind. Diese Werft kann als Vertreterin des Original-Hennebique-Systems angesehen werden, nach dem, wie schon erwähnt, viele Bauten in allen Teilen des Vereinigten Königreichs ausgeführt sind. In den letzten 3 oder 4 Jahren sind zwei wichtige Verbesserungen von L. G. Mouchel, M. d. G. d. Z. I., in Frankreich eingeführt worden. Mouchel ist der Ingenieur, durch den die Hennebique-Patente im Vereinigten Königreich verfolgt werden. Die erste der von ihm eingeführten Neuerungen ist der patentierte Hohlpfeiler aus Eisenbeton, von dem ein Schnitt in Figur 20 gegeben ist. Ausser der gewöhnlichen Längs- und Querverstärkung sind durchbrochene Stahleinlagen, jede mit 4 seitlichen Armen in Entfernungen von etwa 4 Fuss (1,22 m) so eingefügt, dass sie eine Reihe von Betonröhren halten, um welche der übrige Beton in den Pfahl in der gewöhnlichen Weise geschüttet wird. Die durch diese Pfeilerart erhaltenen Vorteile sind, dass der Beton da verwendet wird, wo sein Widerstand am besten entwickelt ist, und dass Pfeiler von ausnahmsweise grosser Querschnittsfläche hergestellt werden können, ohne dass sie übermässig schwer sind.

Die zweite, von Mouchel eingeführte Verbesserung ist das Verfahren, massive Pfeiler von beliebig grossem Durchmesser zu bilden, indem man über eine Gruppe von Pfeilern einen Zylinder aus Eisenbeton schiebt und den inneren Raum mit Beton und Stahlstäben füllt, wie Figur 21 zeigt, welche auch die Verbindung verschiedener anderer Teile mit dem Pier erkennen lässt. Die herausragenden Enden der Schäfte geben dem zu stützenden Bauwerk bequemen Halt, während der obere Teil dem Bauwerk ausnahmsweise grosse Festigkeit gibt.

Die Erweiterung des Parkeston-Kais in Harwich, ist eine bedeutende Anlage, die dazu dienen kann, das neueste britische Verfahren im Kaibau mit armiertem Beton zu kennzeichnen. Die neue Erweiterung hat die alte Anlage an der Festlandsstation der Great-Eastern-Eisenbahn-Gesellschaft verdoppelt; sie wurde von John Wilson, M. d. I. d. Z. I., Chef-Ingenieur des Gesellschaft, nach dem Mouchel-Hennebique-System entworfen.

Der alte Teil des Kais ist ein Holz- und Eisenbau von 1 200 Fuss Länge (365,86 m), und der neuerdings vollendete Teil ist 1 080 Fuss

(329,18 m) lang. Die Breite des neuen Bauwerkes beträgt 51 Fuss 10 Zoll (15,8 m). Eine grosse Fläche Landes dahinter wurde in Anspruch genommen, so dass genügend Raum vorhanden ist, um Gebäude zu errichten, und Eisenbahn- und Weichen-Anlagen herzustellen.

Figur 22 enthält Pläne und Schnitte der Gesamtanlage. Um sie zu stützen, wurden etwa 400 Mouchel-Hennebique-Pfähle in den Ton getrieben, der unter der Sohle der Hafens von Harwich liegt. Die dicke schwarze Linie auf der Landseite des Kais stellt eine Spundwand dar, die eingerammt worden ist, um eine wasserdichte, fortlaufende Mauer zu bilden.

Figur 23 ist ein Aufriss zweier Kaiöffnungen, welche die Pfeiler erkennen lassen, auf denen die Hauptbalken längs der Vorderseite ruhen. Diese, nach dem Mouchel-System hergestellten Pfeiler sind 4 Fuss 6 Zoll (1,37 m) im Durchmesser, und in Abständen von 25 Fuss (7,62 m) gemessen von Mittelpunkt zu Mittelpunkt, aufgestellt. Weitere Einzelheiten sind in den Figuren 24 und 25 gegeben, welche die Tiefe der Pfeiler und die Anlage der Verankerung zeigen. Zwischen den Pfeilern, auf der Landseite des Baues, sind Spundwände eingetrieben und mit horizontalen, in Figur 24 sichtbaren Abschlussstücken versehen. Ueber der Linie der Kaidecke ist eine fortlaufende Verstärkung hergestellt, durch eine fünffache Reihe von Pfeilern, die durch Längsverankerungen verbunden sind. Diese Pfeiler sind mit den übrigen Teilen des Kais durch eine armierte Betonschicht in Verbindung gesetzt, die durch Rippen in Zwischenräumen von etwa Fuss (1,22 m), gemessen von Mitte zu Mitte, verstärkt ist, während die Verstärkung selbst durch diagonale Streben zwischen jedem Pfeiler und der entsprechenden Säule des Oberbaues versteift ist. In Anschluss an die oben erwähnte Plattform erstreckt sich eine Zwischenwallmauer von der Spundwand nach dem Hauptlängsbalken. So bilden die beiden Schichten, eine horizontale und die andere vertikale, eine Art Tasche, die es dem Ingenieur möglich machte, das Gewicht der sie füllenden Erde so zu benutzen, dass es für einen Teil des Erddruckes ein Gegengewicht bildete. Hierdurch wurde die Standfestigkeit des Baues vermehrt, und gleichzeitig die Spannung in den Pfeilern, Säulen und anderen Bauteilen vermindert.

Figur 26, die nach einer der Werkzeichnungen hergestellt ist, gibt Einzelheiten der Verstärkung in den Pfeilern, Pfählen, Verbindungshölzern, Verankerungen, Balken und in der Deckschicht.

Die Pfähle in den zylindrischen Pfeilern sind paarweise einge-

trieben und in der Form von Säulen verlängert. Die äusseren Zylinder wurden im Voraus geformt, während die innere Fläche unregelmässig gemacht wurde, so dass eine gute Verbindung zwischen dem alten und dem neuen Beton gesichert war. Seitliche Verstärkung in der Form von Verbindungsstücken, die von der Innenseite der Zylinder hervorragten, wurde vorgesehen. Ausserdem waren vertikale Stäbe in den inneren Raum zwischen dem Zylinder und den Pfählen gelegt, zur Verstärkung der Betonfüllung. In dem Schnitt ist auf der Linie K K die vertikale und transversale Verstärkung der Pfeiler an der Vorderseite des Kais deutlich gezeigt. Der Schnitt in Linie J J zeigt die Art und Weise, wie die Stäbe der Verankerung verlegt und in dem Beton der Pfeiler verankert sind. In ebenso befriedigender Weise ist für die Verbindung der Verankerung mit den Pfeilern und den rechtwinkligen Säulen gesorgt, wie dies in dem allgemeinen Vertikalschnitt und dem Horizontalschnitt unter dem Titel « Verbindung von Verankerung und Säule » dargestellt ist. Der Schnitt in Linie L L stellt dar, wie das obere Ende einer Säule mit dem Haupt- und Nebenbalken der Deckplatte verbunden ist.

Vertiefungen für Gangspille, Fundamente für Dalben und Oeffnungen für Entwässerungsanlagen sind in verschiedenen Punkten längs des Kais vorgesehen, und ein Tunnel für Druckwasserleitungen, elektrische Kabel und andere Röhren läuft hinter der Vorderseite des Pfeilers entlang. Die Decke ist 6 Zoll (0,1533 m) dick und endet in einer Erhöhung, um die Bettung für die Eisenbahn- und Krahnsschienen aufzunehmen.

Der Kai wurde entworfen für eine ruhende Last von 4 Zentnern per Quadratfuss (2 187 58 kg per qm), für eine rollende Last von 18 Tons (18,28 t) per Schiene für das Krahngeis und die grösste rollende Last von 66 Tons (67 t) auf den Eisenbahngleisen.

Die Gesamtkosten der Dammerweiterung einschliesslich Nebenarbeiten und Baggerung betragen etwa 80 000 Lstr (2 000 000 Frs, 1 600 000 Mark); dabei ist festzustellen, dass die durch Verwendung des armierten Betons gemachte Ersparnis reichlich 12 % beträgt, gegenüber den geschätzten Kosten für Eisen- und Holzbau. Dazu kommt, dass die Gesellschaft die grossen jährlichen Kosten für die bei Verwendung von Holz- und Stahl notwendigen Unterhaltungsarbeiten spart.

Im Hafen von Newhaven, der am bekanntesten ist unter der Bezeichnung : « Britischer Hafen der Newhaven-Dieppe-Linie von und nach dem Festland », ist die London-, Brighton- und South-

Coast-Eisenbahngesellschaft damit beschäftigt, unter den Westpier unter der Leitung ihres Ingenieurs W. L. Morgan, Mitglied des Instituts der Zivilingenieure, etwa 700 aus armiertem Beton bestehende, gespundete Pfähle einzubauen. Wie der Verfasser gehört hat, wird die Arbeit im Allgemeinen nach dem System von Edmond Coignet ausgeführt, der nicht in der Lage war, über Einzelheiten des Baues Auskunft zu geben, als dieser Bericht abgefasst wurde. Diese Zurückhaltung ist vielleicht durch den Umstand zu erklären, dass zwischen den Herren Hennebique und Coignet noch ein Prozess wegen der Patentrechte an der Pfahlkonstruktion schwebt.

Im Hafen von Southampton wurde der städtische Landungs-
damm im letzten Jahre hauptsächlich aus armiertem Beton hergestellt. Dieser Kai war ursprünglich ein auf gusseisernen zylindrischen Pfeilern ruhender Holzbau. Um die Entfernung der durch die Wirkung des Seewassers stark angegriffenen Pfeiler zu vermeiden, wurden diese Bauteile durch schwalbenschwanzartig zusammengefügte Schalstücke aus armiertem Beton eingehüllt, nach einem dem Ingenieur der Southamptoner Hafenbehörde, Cooper Poole, patentierten Verfahren. Die Zwischenräume zwischen den Pfeilern und dem Ueberzug wurden mit Beton ausgefüllt. Gleichzeitig wurden die Holzbalken und die Bedeckung durch Balken und Platten aus armiertem Beton ersetzt.

d) Molen und Hafendämme.

Zahlreiche, aus armiertem Beton hergestellte Molen und Hafendämme für den Verkehr von Last- und Personenzugmaschinen und zum Bekohlen von Dampfern sind in den letzten wenigen Jahren in vielen britischen Häfen angelegt worden; fast alle derartigen Bauten sind nach dem Verfahren von Hennebique und Mouchel-Hennebique ausgeführt worden. Der Prince of Wales-Pier in Falmouth (Fig. 27) ist ein gutes Beispiel eines Mouchel-Hennebique-Baues; er ist auf 14 Zoll (0,3556 m) im Quadrat messenden Pfeilern gegründet, die in Mouchel-Zylinderpfeiler von 30 Zoll (0,76 m) Durchmesser eingeschlossen sind. Der eigentliche Pier ist 200 Fuss (60,92 m) lang und 36 Fuss (10,96 m) breit; an der Landseite ist ein 118 Fuss 6 Zoll (36,40 m) langer, 70 Fuss (21,32 m) breiter Zugang eingerichtet, der aus einer Verlängerung des ursprünglichen Kais aus Mauerwerk auf einer Fundierung aus Eisenbeton besteht. Die Bauten nach den Entwürfen von W. H.

Tresidder, Ortsingenieur von Falmouth, ausgeführt. Die Eröffnung erfolgte 1903 durch König Eduard VII und Königin Alexandra, damals Prinz und Prinzessin von Wales.

Ganz kürzlich ist das Considère'sche System mit armiertem Beton in Grossbritannien eingeführt worden. Der erste Bau nach diesem Verfahren ist die Wiederherstellung eines durch Anfahren zerstörten Molenkopfes in Thameshaven in Essex.

Pläne, ein Aufriss und Querschnitte der Mole sind in den Figuren 28, 28a und 29 gegeben. Die Fundamente bestehen aus Pfählen, die paarweise in den Boden getrieben sind; oberhalb des Meeresbodens sind sie mit Beton umgeben, der in der Gestalt zylindrischer Säulen geformt ist, deren Querschnitt etwa in Höhe des Niedrigwasserspiegels eben ist behufs Verbindung mit den Säulen und Verankerungen des Oberbaues.

In der Gesamtanlage ist nichts, das besonderer Erläuterung bedürfte; die Besonderheiten des Baues liegen in dem System der Armierung. Figur 30 zeigt die Einzelheiten eines Considère-pfahles von 40 Fuss (12,19 m) Länge. Man sieht die spiralige Armierung, welche nach Angabe des Patentinhabers es ermöglicht, seine Pfähle in harten Grund zu treiben, ohne Verwendung einer Kappe oder Ramme.

Die dem System der Spiralarmierung zu Grunde liegende Theorie besagt, dass durch die Verwendung von Stahl in einer Lage, wo er der seitlichen Ausdehnung des Betons Widerstand zu leisten hat, eine sehr vorteilhafte Ausnutzung des Metalls erfolgt ist, weil die seitliche Ausdehnung aller Stoffe unter axialer Belastung viel geringer ist als die Längsverkürzung infolge Druck.

Somit befähigt die Rolle, welche die spiralige Verstärkung spielt, den Beton, dem Druck Widerstand zu leisten, und der Zweck der Längsverstärkung, wie sie Figur 30 zeigt, ist hauptsächlich, der Biegung zu begegnen. Figur 31 stellt die Anwendung derselben Theorie zur Herstellung von Streben in der Mole von Thames-Haven dar.

Für gewöhnliche Balken und Platten nimmt Considère die in Figur 32 dargestellte Anordnung an; ihr schwacher Punkt ist augenscheinlich das Fehlen einer Verstärkung gegen Scheren und Spannung in diagonalen Ebenen.

e) Leuchtturmbau.

Der einzige dem Verfasser bekannte Leuchtturm im Vereinigten Königreich, bei dessen Bau armerter Beton Verwendung fand, ist das neue Leuchtfeuer in Blyth, Northumberland, das nach Entwürfen von F. Watt Sandemann und Sohn, den Ingenieuren des Blyth-Hafenausschusses gebaut ist. Figur 33 ist eine allgemeine Ansicht des Bauwerks, das einen Turm aus monolithischem Beton enthält, der nahe der Aussenseite durch Stahlstäbe verstärkt ist, wie die verschiedenen Querschnitte in Figuren 34 und 35 zeigen. Die Grundfläche, 35 Fuss (10,66 m) im Durchmesser, ist ein massiver Betonzylinder und bildet den runden Kopf für das Ende des Ostpiers des Hafens; die Gesamthöhe des Turmes über dem Hochwasserspiegel beträgt 56 Fuss 6 Zoll (17,20 m) und sein Durchmesser an der Spitze 15 Fuss 6 Zoll (4,72 m).

Der Leuchtturm stellt eigentlich nicht die Anwendung « armerter Betons » im gewöhnlichen Sinne des Ausdrucks dar; denn der Betonbau ist in sich selbst ziemlich stark, so dass er den Kräften, denen er ausgesetzt wird, widerstehen kann. Es wurde jedoch für zweckmässig gehalten, Stahl in Form horizontaler und vertikaler Stäbe einzulegen, um die äusseren Flächen der Grundfläche und des eigentlichen Turmes zu verstärken. Die Geschossböden sind auch von grösserer Dicke, als sonst bei eigentlichen Eisenbetonbauten verlangt wird, sie sind trotzdem durch Einlagerung von Stäben System Kahn, siehe Figur 36, und durch kleine Stahlstäbe in I = Form verstärkt, an Stellen, wo Treppenöffnungen liegen.

Aller Beton wurde in folgendem Verhältnis gemischt: 1 Teil Portland Zement, 1 1/2 Teile Sand und 2 1/2 Teile Kies.

f) Lagerhäuser.

Ein Bericht über den Fortschritt in der Verwendung armerter Betons für Zwecke, die mit der Schifffahrt in Verbindung stehen, würde unvollständig sein, wenn er nicht die wichtigen Lagerhäuser erwähnte, die in verschiedenen britischen Häfen errichtet wurden. Die grössten Gebäude dieser Art sind die Transitschuppen, die auf der Südseite des neuen Docks in Manchester gebaut wurden (siehe Fig. 37). Dort sind 5 zweistöckhohe Häuser ganz in Mouchel-Hennebiqueschem armerter Beton hergestellt, 1,450 Fuss (137,10 m) lang und 110 Fuss (33,5 m) breit und 4 andere, jedes 425 Fuss (129,4 m)

lang und 110 Fuss (33,5 m) breit. Die gesamte Bodenfläche, die hierfür vorgesehen ist, misst etwa 1 000 000 Quadratfuss.

Figur 38 und 39 sind ein Teil der Frontansicht und ein Endaufriss eines der Schuppen. Die Zeichnungen passen für alle 5 Gebäude. Die Entwürfe stammen von W. H. Hunter, M. d. I. d. Z. I., Ingenieur der Manchester Schiffs-Kanal-Gesellschaft.

Ein anderes beachtenswertes Beispiel von Lagerhäusern aus armiertem Beton bilden die Lagerhäuser auf der östlichen und südlichen Seite des neuen Docks in Avonmouth im Bristolkanal. Zwei dieser Häuser sind je 500 Fuss (152,3 m) lang und 2 Stockwerke hoch, das dritte ist 450 Fuss (137,10 m) lang und enthält nur 1 Stockwerk. Hinter diesen beiden Warenhäusern ist ein Kornspeicher errichtet, der 50 000 Ztr. (14 530,64 cbm) Getreide aufnehmen kann, die vom Kai durch Tunnel eingebracht werden, die ebenfalls aus armiertem Beton bestehen. Diese Bauten wurden nach dem Mouchel-Hennebique-System von W. W. Squire, M. d. I. d. Z. I., Ingenieur der Dockbehörde der Bristol-Korporation, entworfen.

In dem alten Bristoler Hafen, der wenige Meilen landeinwärts von Avonmouth liegt, hat die Dock-Verwaltung kürzlich das Coignet'sche System mit armiertem Beton beim Bau des Tabacklagerhauses N^r 2 angenommen, das 9 Stock hoch, 210 Fuss (64,008) lang und 100 Fuss (30,48 m) tief ist; seine Mauern bestehen aus Ziegeln, die in jedem Stock durch armierte Betonbalken getragen werden. Die Fussböden und das Dach bestehen ganz aus armiertem Beton; alle Belastungen sind auf Säulen aus armiertem Beton übertragen, die von den Fundierungen ausgehen. Diese bestehen aus 650 verstärkten Betonpfeilern mit einer Durchschnittslänge von 45 Fuss (13,71 m) und Durchmessern von 14 und 15 Zoll (0,3556 und 0,3810 m). Die Belastung jedes Pfeilers ist auf etwa 50 Tons (50,8 t) berechnet.

Es ist bemerkenswert, dass die Ziegelwandfüllungen nur 14 Zoll (0,3556 m) gegenüber 3 Fuss 6 Zoll (1,067 m) beim Tabacklagerhaus N^r 1 stark sind, das vor kurzem in gewöhnlichem Ziegelbau zur Ausführung kam. Das ist nur eins der vielen Beispiele für die durch Verwendung armierten Betons erzielte Materialersparnis.

Der Verfasser kann keine Abbildungen dieses Gebäudes bringen, weil der Patentinhaber nicht wünscht, dass seine Zeichnungen veröffentlicht werden. Diese Zurückhaltung hängt wohl mit dem schon vorher erwähnten, schwebenden gerichtlichen Verfahren zusammen.

g) **Die Dauerhaftigkeit armierten Betons in Seebauten.**

Trotz der zahlreichen Fälle, in denen sich Beton in Seewasser als unbrauchbar erwiesen hat, wird jetzt von den britischen Ingenieuren allgemein zugegeben, dass Misserfolge in der Vergangenheit stets der Porosität des verwendeten Betons zuzuschreiben waren. Poröser Beton lässt Salzwasser eintreten und die ganze Masse durchdringen; dabei tritt es in Verbindung mit den Bestandteilen des Zements, so dass Verbindungen entstehen, deren Kristallisation Veranlassung zu Schwellungen, Bruch- und schliesslich Zerstörungen giebt.

Andrerseits zeigt die Dauerhaftigkeit und der befriedigende Zustand von zahlreichen Seebauten aus Portland-Zement-Beton, dass kein Grund zu der Befürchtung einer Zerstörung vorliegt, wo das Material in solchen Verhältnissen hergestellt und so verlegt wird, dass Seewasser in das Innere der Masse nicht eindringen kann.

Ist diese Ansicht richtig, so ist es folgerichtig, zu versichern, dass Bauten aus armiertem Beton ebenfalls dauerhaft sein werden. Natürlich kommt es bei Bauten, wie wir sie im Auge haben, auf den Schutz der Einlage wie die Dauerhaftigkeit des Betons an. Einige Ingenieure, die von der Zuverlässigkeit von Beton in Seewasser befriedigt sind, haben trotzdem die Befürchtung ausgesprochen, dass das eingebettete Metall zerstört werden könnte.

Da armierter Beton erst in den letzten 10 Jahren in ausgedehnter Masse zu Seebauten im Vereinigten Königreich verwendet ist, so konnten noch keine längeren Erfahrungen über seine Dauerhaftigkeit gesammelt werden. Die Prüfung vorhandener Bauten ermöglicht es aber, sich ein zuverlässiges Bild von der Dauerhaftigkeit des neuen Materials zu machen.

Im letzten Jahre hatte der Verfasser Gelegenheit, den Kopf eines Betonpfeilers mit Eiseneinlage zu untersuchen, der während der Baues der Mole in Southampton vor 8 Jahren abgeschnitten war und mit einigen anderen Stücken derselben Art am Ufer lag, wo er täglich 4 mal von Ebbe und Flut berührt wurde, also bald im Wasser bald trocken lag. Die 10 Stahlstäbe, welche aus diesem Stücke hervorragten, waren stark von Rost angefressen; aber unter dem Beton selbst, $\frac{1}{4}$ Zoll (0,0064 m) von den freiliegenden Enden, war das Metall vollständig rein.

Einige dieser Pfeilerköpfe sind den Ingenieuren der Great-Western-Railway-Company, der Mersey-Docks- und Hafenverwaltung und dem Dockausschuss der Bristolkorporation zur Prüfung vorgelegt worden. Diese Herren waren in allen Fällen mit dem Zustand der Einlage zufrieden und bei der Ingenieurzusammenkunft des Instituts des Zivilingenieure 1907 wurden gleiche beruhigende Versicherungen von C. S. Meik und C. A. Brereton gegeben.

Meik, M. d. I. d. Z. I., stellte fest, dass freiliegender Stahl an dieser Probe sehr zerfressen war, während die im Beton liegenden Stäbe, bei Offenlegung ganz frei von Rost und so frisch gefunden wurden, wie sie in den Pfahl eingelegt waren.

C. A. Brereton (wie oben) ein Mitarbeiter von Sir John Wolfe Barry, K. C. B. sagte :

« Ich muss sagen, dass Stahl und Eisenwerk in Beton keine Verschlechterung erkennen liessen. Tatsächlich war die blaue Aussenfläche an den Stäben noch so, wie sie am Tage der Einbettung war. Das zeigt, dass sie vollkommen der Einwirkung des Seewassers entzogen waren. »

Bei derselben Zusammenkunft antwortete der Vorsitzende der Hafen-, Dock- und Kanalabteilung auf eine Frage Sir William Matthews, K. C. M. G., bezüglich des Zustandes des Betons und der Stahleinlagen, die infolge einer kürzlich erfolgten Beschädigung einer vor etwa 4 Jahren an der Themse gebauten Mole aus armiertem Beton freigelegt waren.

In einem bei der Zusammenkunft vorgelesenen Bericht sagt T. E. Wentworth-Shields, M. d. I. d. Z. I.

« Die neuerdings erfolgte Untersuchung dreier Stahlbetonkais in Southampton, die in Wasser lagen, überzeugte mich, dass in dieser Hinsicht (Zerstörung des Stahles) nichts zu fürchten war, vorausgesetzt natürlich, dass der Beton nicht zufällig abgestossen ist und dass er gut ist. »

Während der Besprechung über « Bauten aus armiertem Beton » bei der Zusammenkunft stellte J. H. Thompson, ehem. M. d. I. d. Z. I., Ingenieur der Dundee-Hafen-Verwaltung, fest :

« Was das Rosten der Eiseneinlagen betrifft, so habe ich mehrere Pfeilerköpfe aufgehoben, die abgeschnitten waren, nachdem sie sehr stark gerammt waren. Sie hatten etwa 3 Jahre im Wasser gelegen. Nach Entfernung des Betons zeigte sich, dass der Stahl vollkommen blau war. »

Zwei andere Redner bestätigten dies Zeugnis.

W. T. Douglas, M. d. I. d. Z. I., führte aus :

« Obgleich meine Erfahrung nicht bis 1757 zurückreicht, so möchte ich berichten, dass während des Baues des Smeatonschen Eddystone-Leuchtturms ein kleines Bündel eiserner Stäbe augenscheinlich durch Zufall im Mauerwerk, in Aberthawkalk eingebettet liegen geblieben war. Es wurde 1881 entdeckt, als ich den Leuchtturm abreißen liess. Ich darf sagen, dass die Farbe dieser Stäbe so war, als ob sie eben von dem Hüttenwerk gekommen waren; es war keine Spur von Rost an ihnen. »

C. H. Colson von der britischen Admiralität sagte :

« Ich hatte vor einigen Jahren Gelegenheit, eine etwa 150 oder 200 Jahre alte Mauer niederzulegen; im Innern dieser Mauer (es war eine aus Mauerwerk mit Mörtel hergestellte Mauer) fanden sich eine Menge grosser eiserner Nägel, die sauber und rostfrei waren. Ich will nicht sagen, dass dies ein bündiger Beweis dafür ist, dass Stahl in armiertem Beton nicht rostet; aber immerhin spricht es gegen diese Annahme. »

Der Verfasser ist der Ansicht, dass die vorstehenden bestimmten Feststellungen genügend das zufriedenstellende Verhalten von armiertem Beton in Seewasser zeigen und seine dauernde und weitgehende Anwendung im Seebau vollständig rechtfertigen.

W. NOBLE TWELVETREES,
M. I. Mech. E.,
Vorsitzender der Civil and Mechanical
Engineer's Society.

XI. Kongress - St. Petersburg - 1908

II. Abteilung : Seeschifffahrt

3. Mitteilung

BERICHT

VON

W. NOBLE TWELVETREES

BLATT I

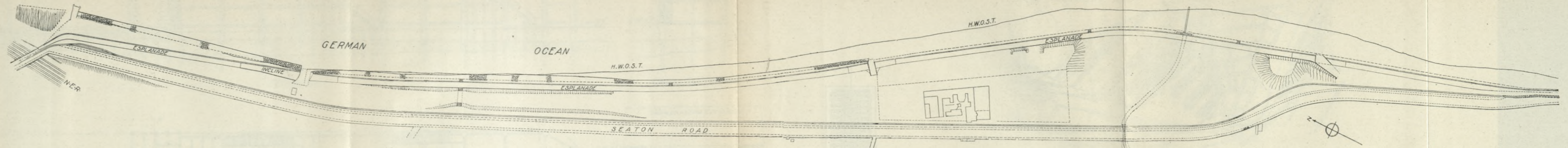


Fig. 1

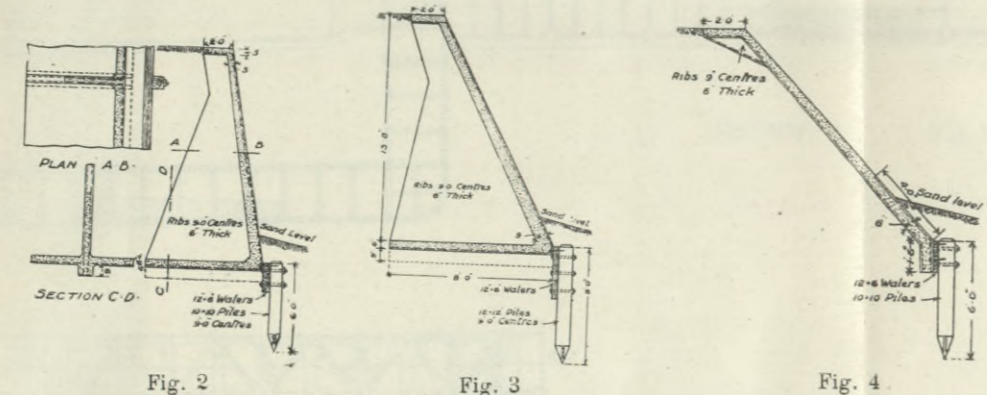


Fig. 2

Fig. 3

Fig. 4

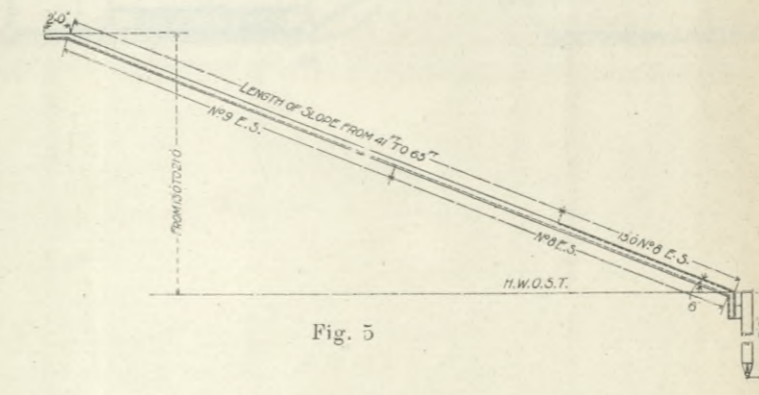


Fig. 5

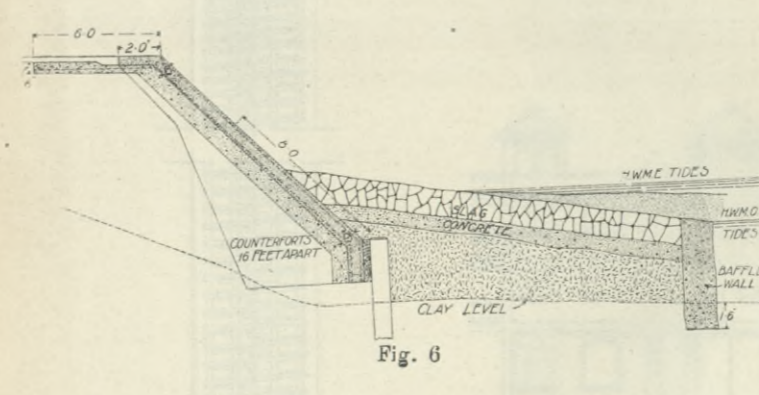


Fig. 6



Fig. 7

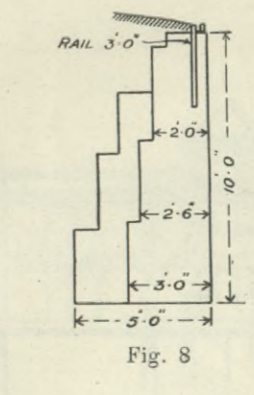


Fig. 8

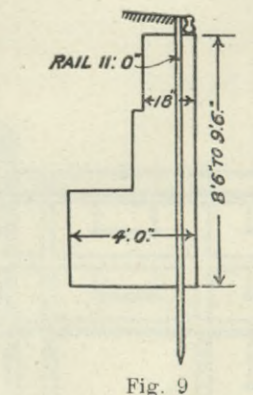


Fig. 9

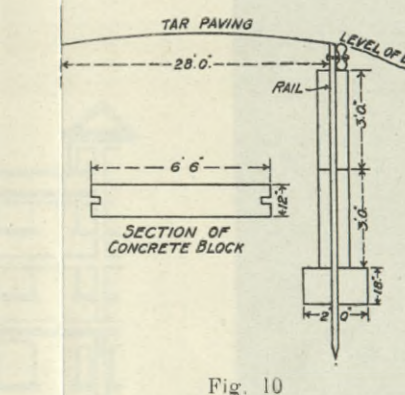


Fig. 10

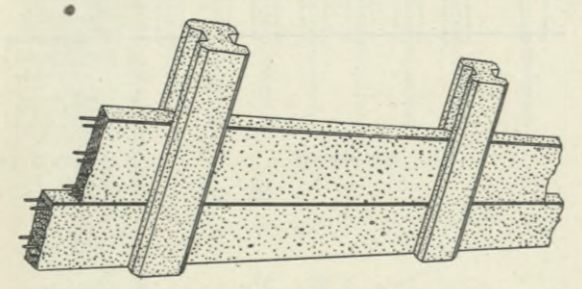


Fig. 11

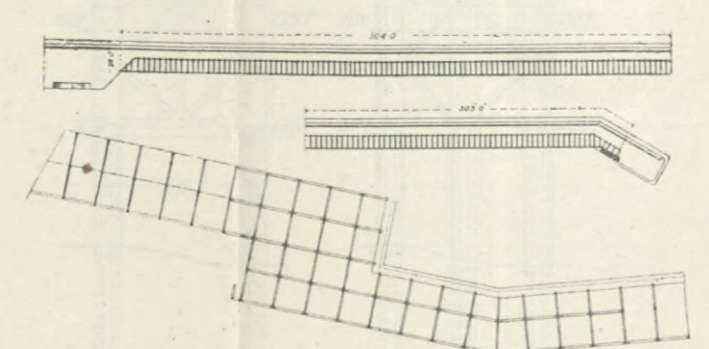


Fig. 12-13

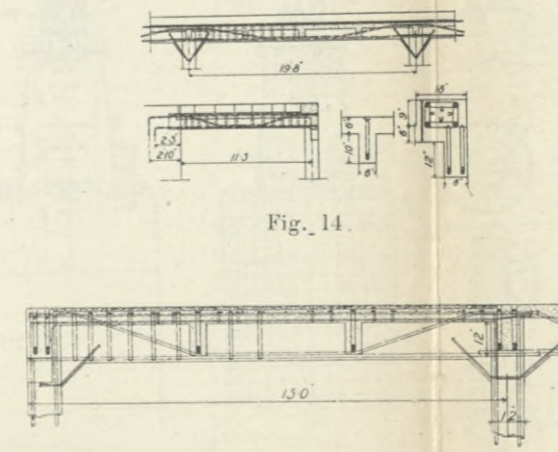


Fig. 14

Fig. 15

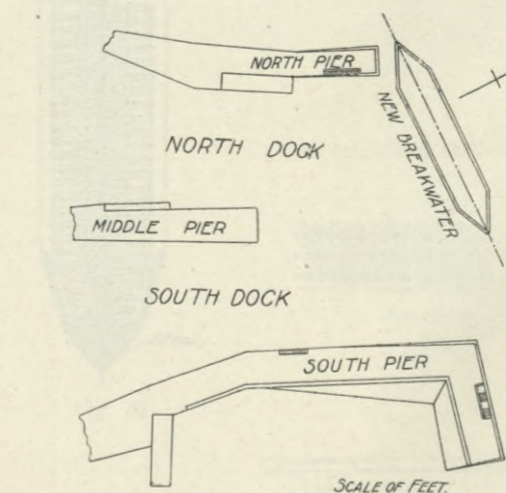


Fig. 16

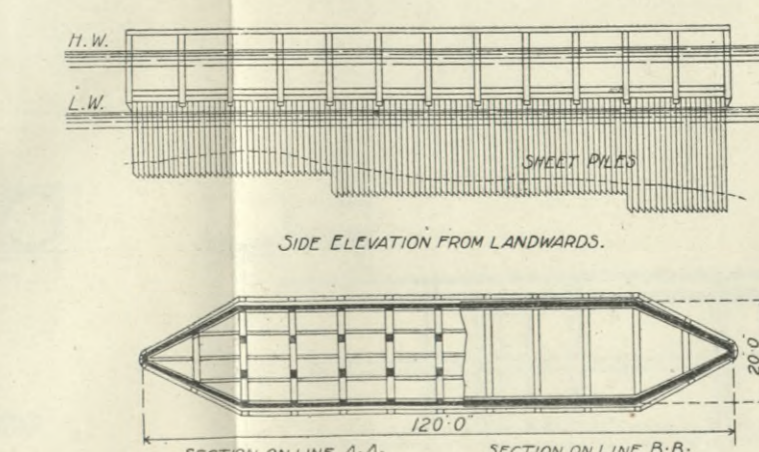


Fig. 17

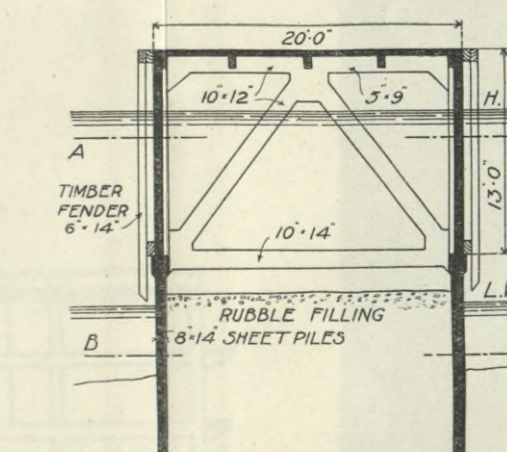


Fig. 18

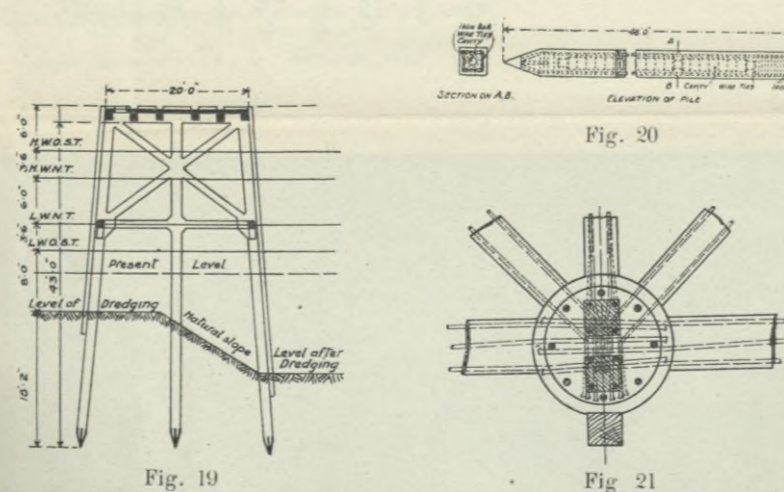


Fig. 19

Fig. 20

Fig. 21

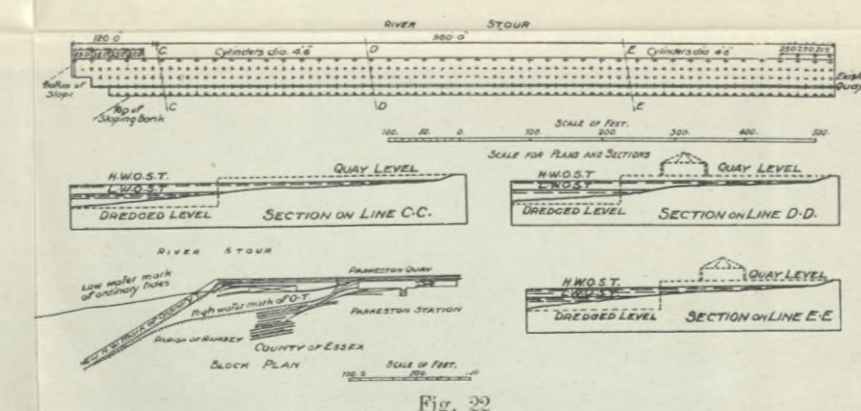


Fig. 22

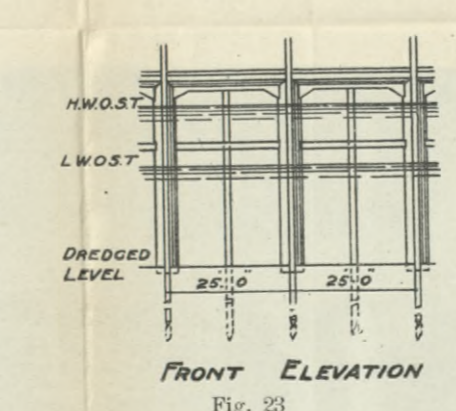


Fig. 23

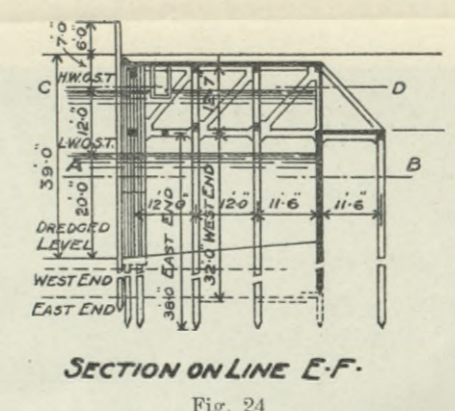


Fig. 24

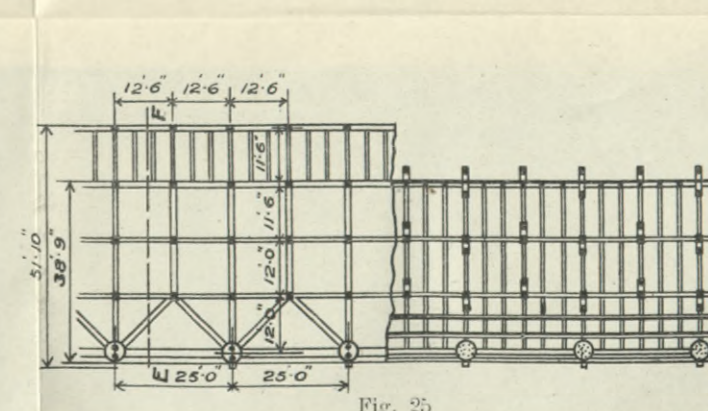


Fig. 25

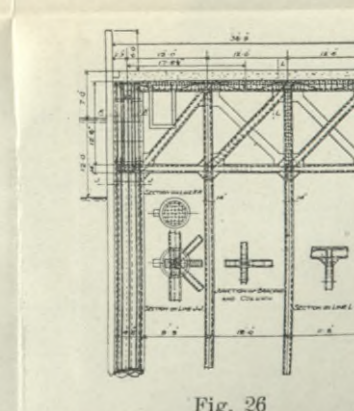


Fig. 26



INTERNATIONALER STÄNDIGER VERBAND

DER

SCHIFFFAHRTS-KONGRESSE

XI. Kongress - St.-Petersburg - 1908

II. Abteilung : Seeschifffahrt

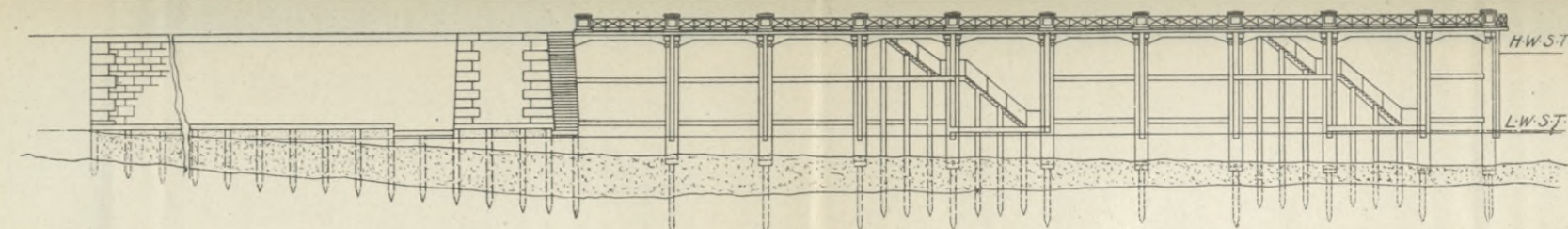
3. Mitteilung

BERICHT

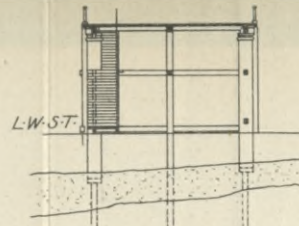
VON

W. NOBLE TWELVETREES

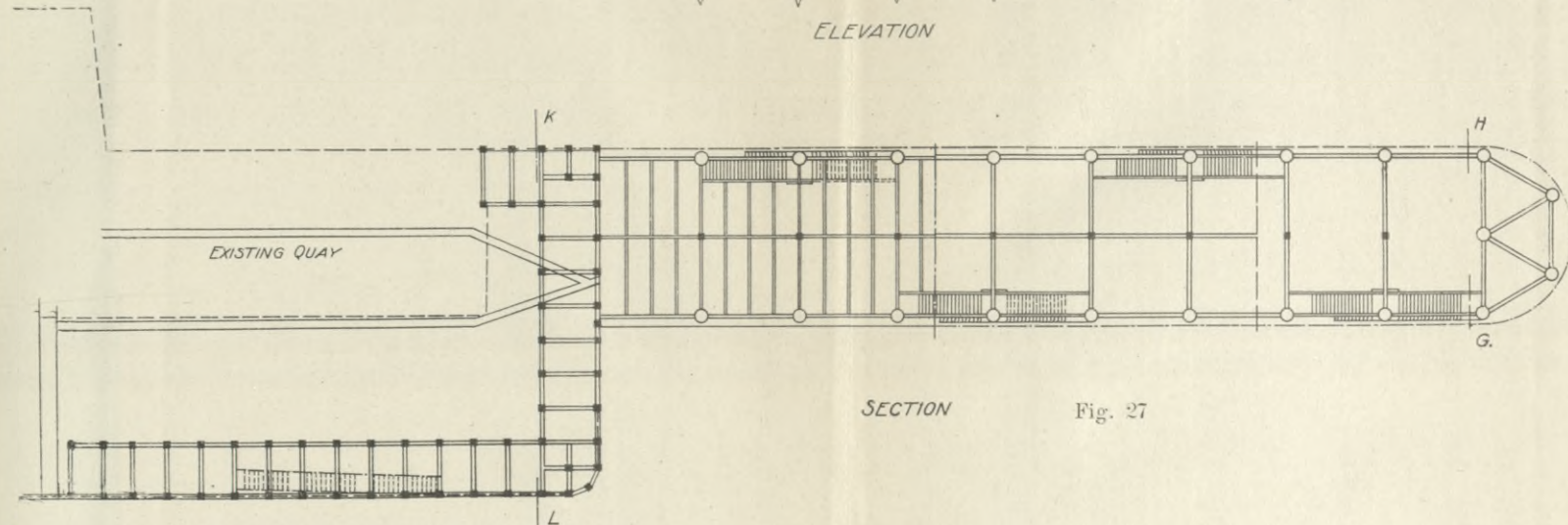
BLATT II



ELEVATION

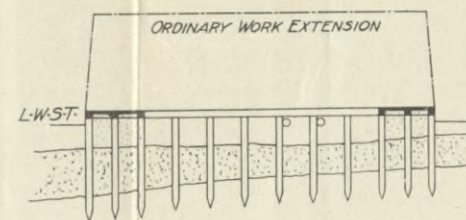


CROSS SECTION G-H

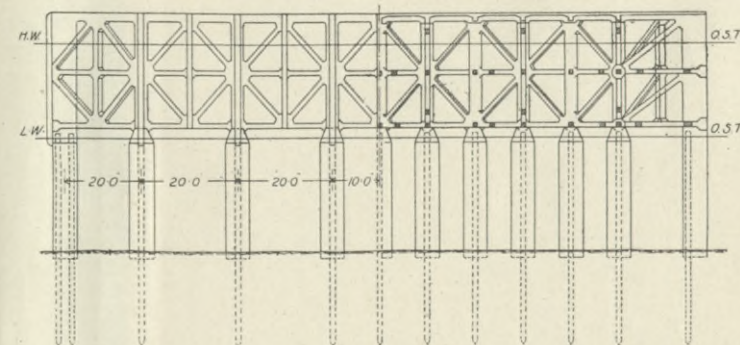


SECTION

Fig. 27



SECTION ON LINE K-L



FRONT ELEVATION

SECTION A-B

Fig. 28

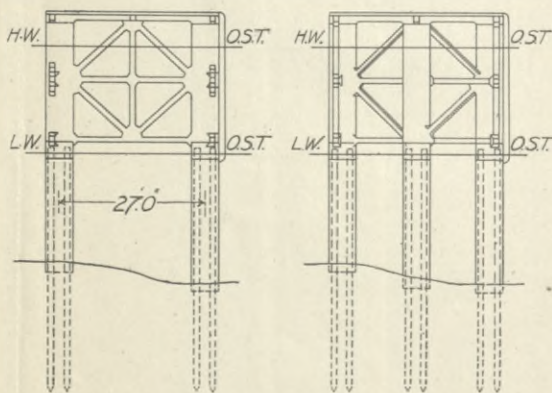
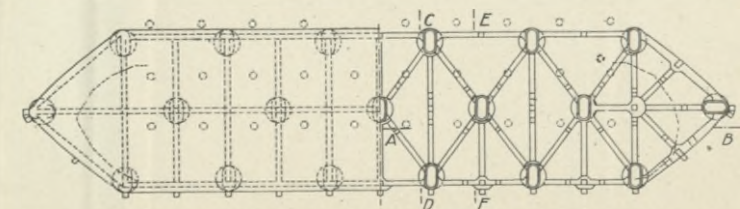


Fig. 29



DECK PLAN

SECTIONAL PLAN

Fig. 28a

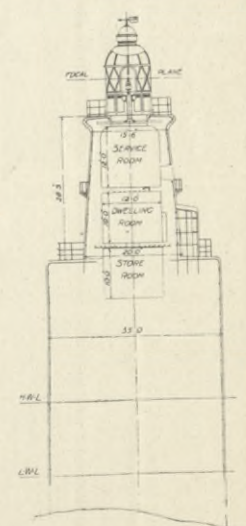


Fig. 34

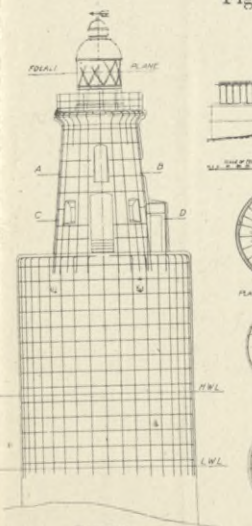


Fig. 35

Fig. 33



GENERAL PLAN

PLAN AT LANTERN ROOM

PLAN AT 2ND

PLAN AT 1ST

PLAN AT 0

PLAN AT 0

PLAN AT 0

PLAN AT 0

PLAN AT 0

PLAN AT 0

PLAN AT 0

PLAN AT 0

PLAN AT 0

PLAN AT 0

PLAN AT 0

PLAN AT 0

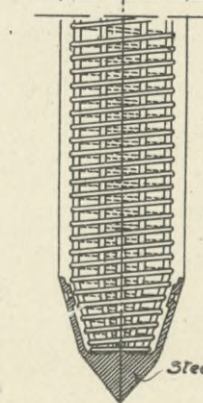
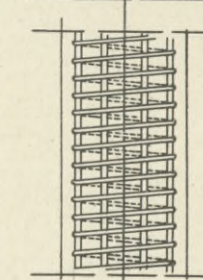
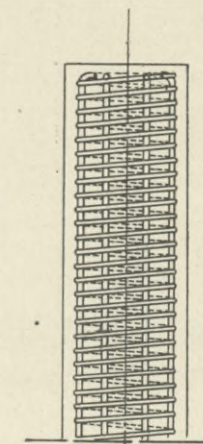


Fig. 30

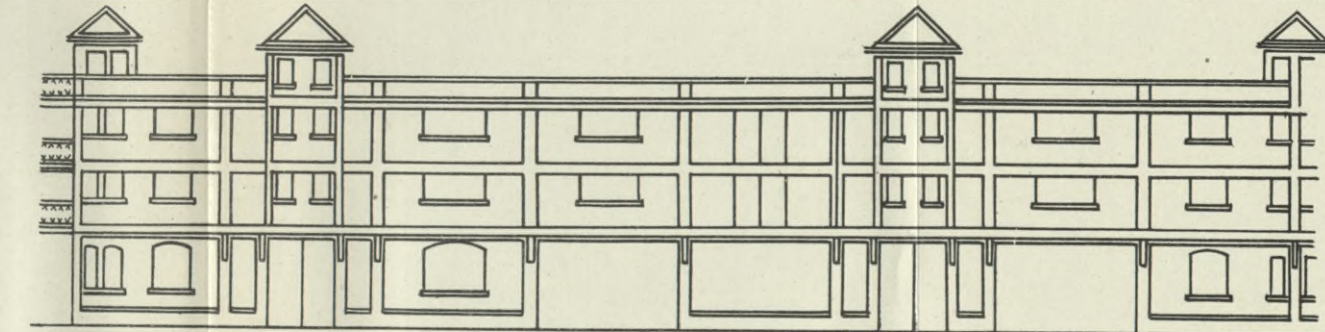


Fig. 38

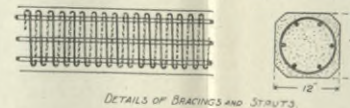


Fig. 31

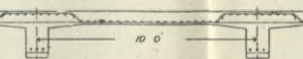


Fig. 32

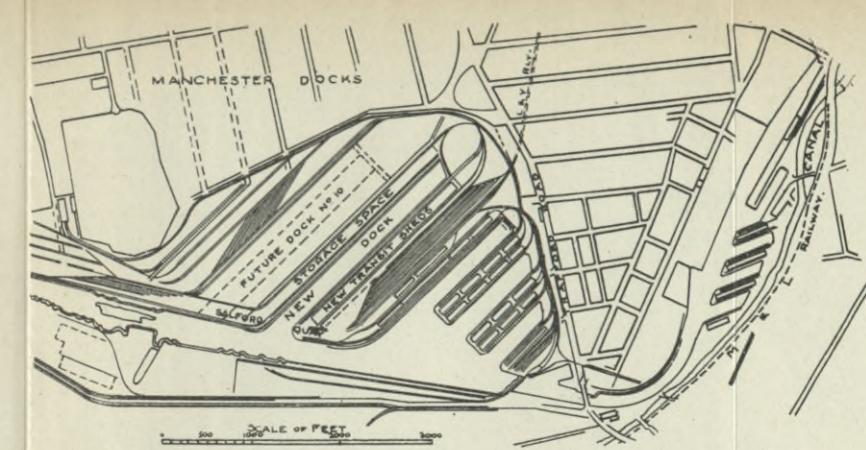


Fig. 37

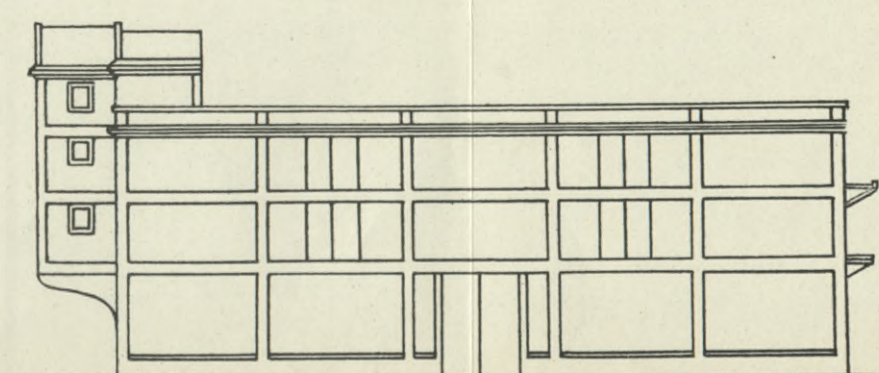


Fig. 39

