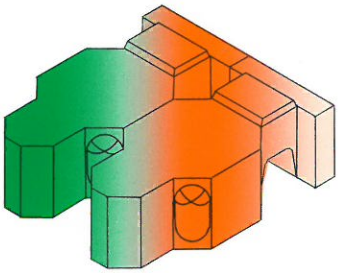


クロスホロー

FUDO TETRA 不動テトラ

消波根固
日本消波根固ブロック協会

クロスホローは海の快適環境を護り、最適空間を創ります。

●波に対応する調和を求めて海域スペースの有効利用に直立消波堤

・低反射岸壁　・防波護岸　・防波堤　・突堤

まえがき

自然環境の保全が叫ばれている今日、今後港湾の拡充は今迄のような物理的拡張のみにかたよっては許されないのが現状で、港湾の拡張に代表される港湾の量ではなく、港湾の質的向上が強く要請されています。このため、限られたスペースを最も有効に活用するこころみが行われてきております。

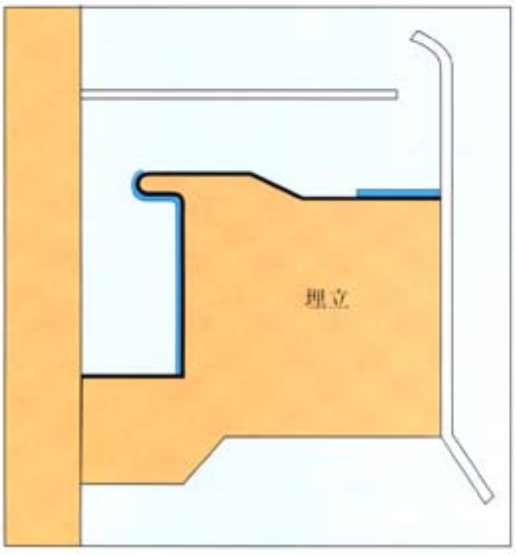
その具体的な一つの解決策として、[illegible]度を高め、港湾機能施設の能率向上をはかり、また埋立護岸等では越波を防止し、背後地の利用度を高めること等があげられます。

弊社はこれらの社会的ニーズにこたえるべく、直立消波構造体の研究を進めてまいりました。

現在クロスホロー堤は、北は北海道から、南は沖縄、さらに海外にまで着実なる実績を重ね、その効果が実証されております。

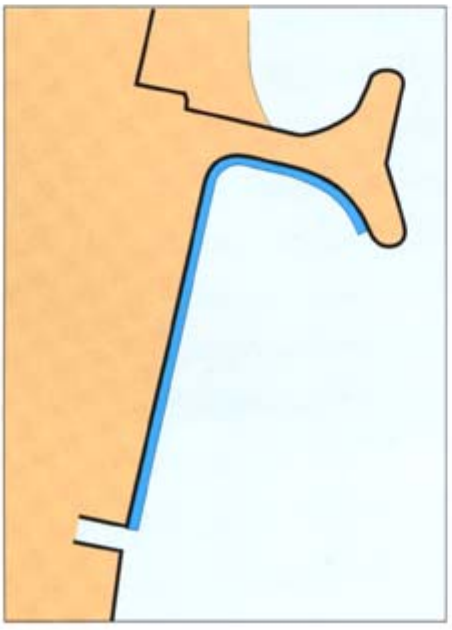
施工実施例

No.1



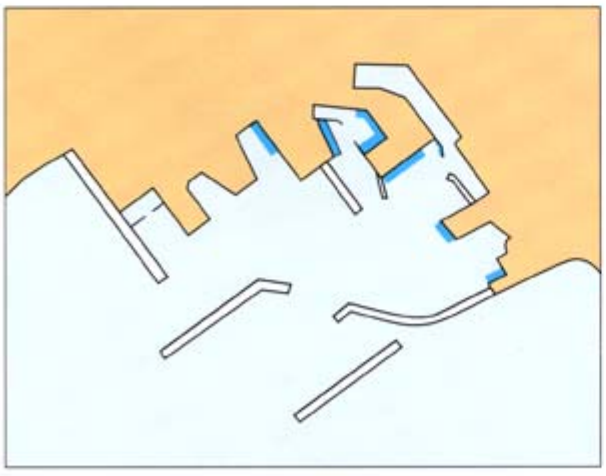
県　名	宮崎県
発注者	宮崎県
港　名	宮崎港（マリーナ）
工　種	岸壁
型　式	CH－8・14^{t}（曲部型含む）

No.2



県　　名	静岡県
発 注 者	静岡県
港　　名	熱海港
工　　種	突堤・親水護岸
型　　式	CH－8t（2段打含む）

No.3



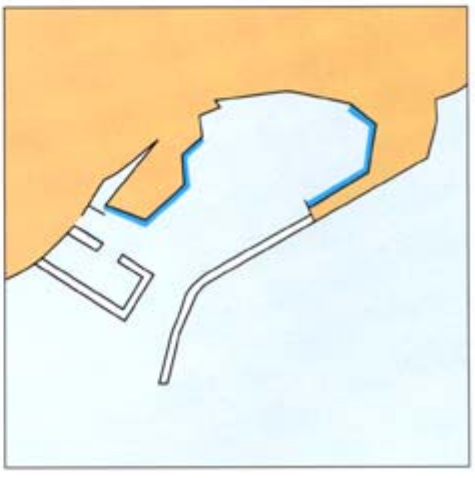
県　　名	北海道
発 注 者	稚内開発建設部・稚内市
港　　名	稚内港
工　　種	岸壁・護岸
型　　式	CH－6.5・8・14[1]

No.4

県　　名	神奈川県
発 注 者	神奈川県
港　　名	三崎漁港
工　　種	岸壁・防波堤
型　　式	CH－8・14・40t

No.5

県　　名	兵庫県
発 注 者	兵庫県
港　　名	富島漁港
工　　種	岸　壁
型　　式	CH－6.5・40t



No.6

県　　名	北海道
発 注 者	留萌開発建設部
港　　名	羽幌港
工　　種	道路護岸
型　　式	CH－8^{t}

No.7

県　　名	青森県
発 注 者	青森県
港　　名	三沢漁港
工　　種	防波堤
型　　式	CH－14^{t}（異）

No.8

県　　名	山形県
発 注 者	山形県
港　　名	堅苔沢漁港
工　　種	防波堤
型　　式	CH－14^{t}

No.9

県　名	富山県
発注者	富山県
港　名	伏木富山港
工　種	岸　壁
型　式	CH－14t

県　名	福島県
発注者	福島県
港　名	小名浜港
工　種	岸　壁
型　式	CH－20t

No.10

No.11

県　名	茨城県
発注者	茨城県
港　名	大洗港
工　種	岸壁・護岸
型　式	CH－14・40t

No.12

県　名	神奈川県
発注者	横浜市
港　名	八景島（シーパラダイス）
工　種	防波堤・護岸
型　式	CH－14・40[t]

No.13

県　名	神奈川県
発注者	(株)葉山マリーナ
港　名	葉山マリーナ
工　種	波除堤
型　式	CH－14[t]（異）

No.14

県　名	静岡県
発注者	静岡県
港　名	伊東港
工　種	突　堤
型　式	CH－8[t]（曲部型）

No.15

県　　名	静岡県
発 注 者	静岡県
港　　名	土肥港
工　　種	物揚場
型　　式	CH－40^{t}

No.16

県　　名	兵庫県
発 注 者	神戸市
港　　名	垂水漁港
工　　種	岸　壁
型　　式	CH－8^{t}

No.17

県　　名	広島県
発 注 者	宮島競艇施行組合
港　　名	宮島競艇場
工　　種	透過式波除堤
型　　式	CH－14^{t}（透過式含む）

No.18

県　名	山口県
発注者	山口県
港　名	安下ノ庄港
工　種	護　岸
型　式	CH－40t

No.19

県　名	長崎県
発注者	長崎県
港　名	多比良港
工　種	護　岸
型　式	CH－40t（異）

No.20

県　名	長崎県
発注者	長崎県
港　名	新長崎漁港
工　種	岸　壁
型　式	CH－14t

No.21

県　　名	熊本県
発 注 者	熊本県
港　　名	水俣港
工　　種	親水護岸
型　　式	CH－8[t]（曲部型）

No.22

県　　名	鹿児島県
発 注 者	鹿児島県
港　　名	西方港
工　　種	波除堤
型　　式	CH－40[t]

No.23

県　　名	鹿児島県
発 注 者	鹿児島県
港　　名	鴨池港
工　　種	護　岸
型　　式	CH－14[t]

CONTENTS

1. クロスホローの特長

a. クロスホロー方塊堤の原理 ―― 2
b. クロスホロー方塊堤の特性 ―― 2
c. 主な適用箇所 ―― 3

2. クロスホローの形状寸法

a. 6.5t，8t，14t，40t型形状寸法 ―― 4
b. 20t，60t型形状寸法 ―― 5
c. 異形の形状寸法 ―― 6

3. クロスホローの構造図 ―― 7

4. クロスホローの水理特性

a. 反射率 ―― 20
b. 越波量 ―― 21
c. 透過式堤体の特性 ―― 21

5. クロスホローの標準設計

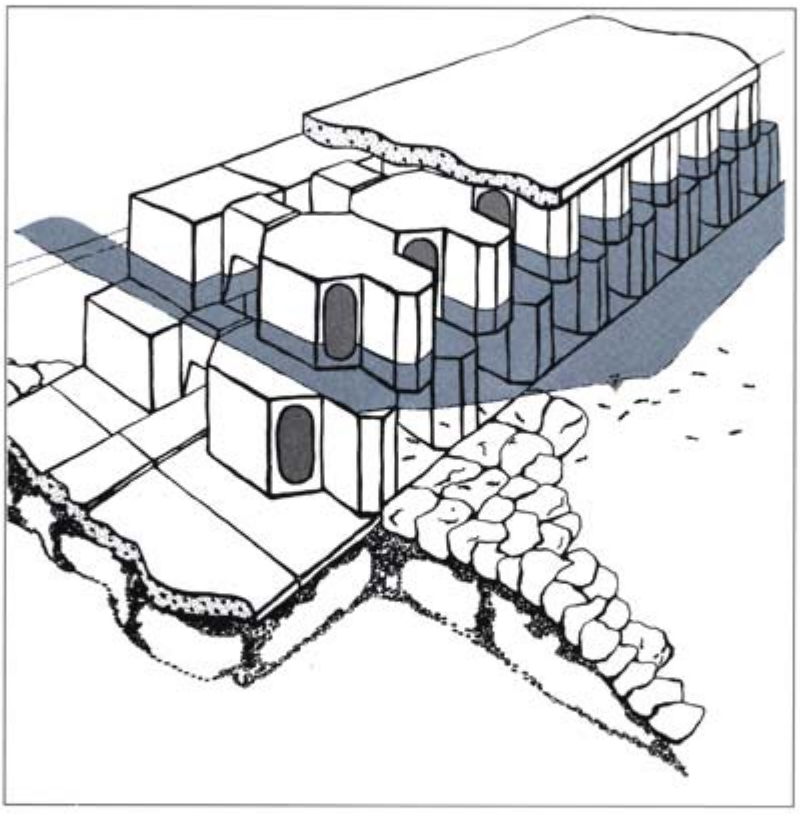
a. 岸壁・護岸の設計 ―― 23
b. 防波堤の設計 ―― 24
c. 上部工 ―― 26

6. クロスホローの施工

a. 施工計画 ―― 27
b. クロスホロー製作 ―― 27
c. クロスホロー転置・仮置 ―― 30
d. クロスホロー据付 ―― 31
e. 底版方塊 ―― 31
f. 上部工 ―― 32

7. 層別体積及び重心位置 ―― 34

クロスホロー方塊堤



●クロスホローとは

クロスホロー（Cross Hollow）とは、方塊内部にX字状の孔を有することからとった名称です。

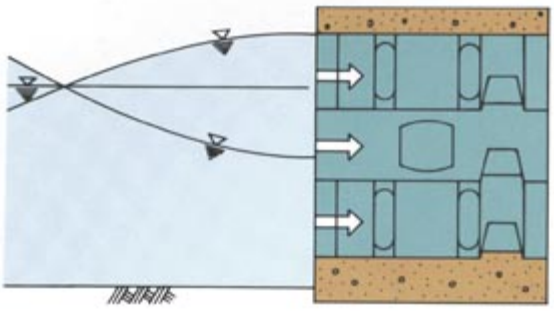
●クロスホロー工法とは

構造物の中にクロスした孔をもうけ、波浪のエネルギーを分合流によって消耗させ、残ったものを背後のサージングスペースで一時的に貯留させようとする直立消波構造体です。

1 クロスホローの特長

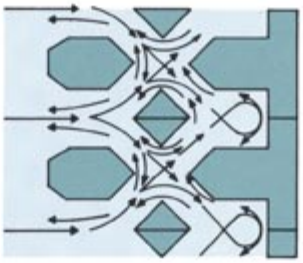
a クロスホロー方塊堤の原理

1）波という現象は水面の上下運動です。
クロスホロー堤体内部では、波は上下運動を拘束され水平な流れとなり、方塊の内部へ導かれます。



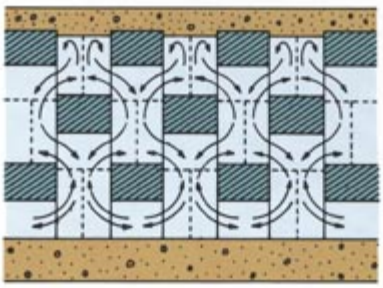
図ー1

2）クロスホロー方塊内の水流は、クロスした孔の中で分合流を行い、エネルギーを損失します。



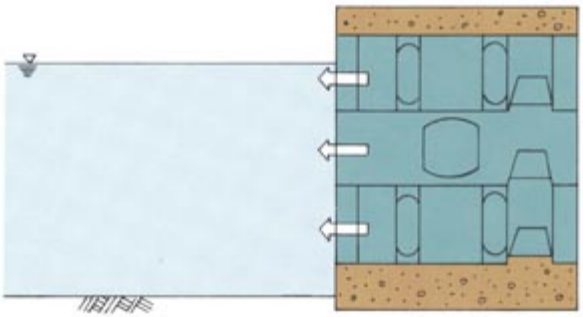
図ー2

3）残ったエネルギーは、背後のサージングスペースの中で一時的に貯留され、更に上下の分合流を行います。



図ー3

4）内部でエネルギーを失った水流は、再びクロスした孔で分合流し外へやわらかく排出されます。



図ー4

b クロスホロー方塊堤の特性

●消波効果が大きい

どの方向の波に対しても優れた機能を発揮します。

●経済的です。

設計条件および目的等に応じてクロスホロー方塊の種別及び大きさを変えることができます。

●施工性がすぐれています。

クロスホロー方塊の特に製作面では、クロスした孔部の型枠が側型枠に対しセパレーターの役目をしますので、高い精度が確保されます。

●安定性がよい

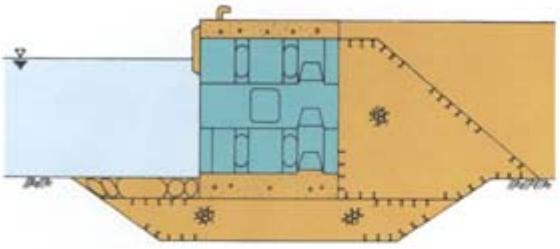
クロスした孔の中で、波のエネルギーは上下方向で損失され、クロスホロー方塊の内部エネルギーとして消耗する。さらに、見掛けの揚圧力は最小限に低減するので、安定性の面で優れています。

主な適用箇所

1）低反射岸壁

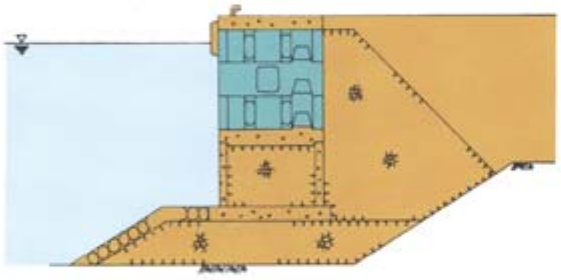
物揚場、岸壁、その他係留施設

外海からの侵入波の影響を受ける岸壁等に用いた場合、反射波を低減させ港内の静穏を保つことができます。



図－5

設置する水深が深い場合、消波効果より必要な範囲を決定し、下部構造にセルラー方塊、ケーソン等を設置してクロスホロー方塊との複合構造とすることができます。

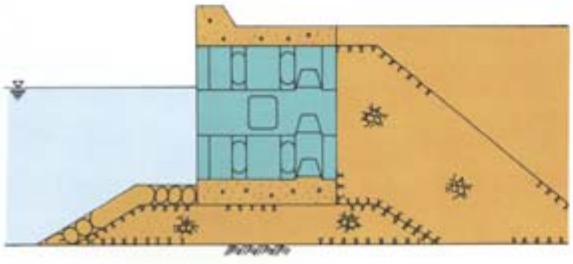


図－6

2）低反射、越波防止護岸

埋立護岸、道路護岸、航路護岸

反射波を低減すると共に、波の打ち上げ高を大幅に減少させるため越波量の低減に大変効果的です。また、反射波の低減により航行船舶の安全を確保することができます。



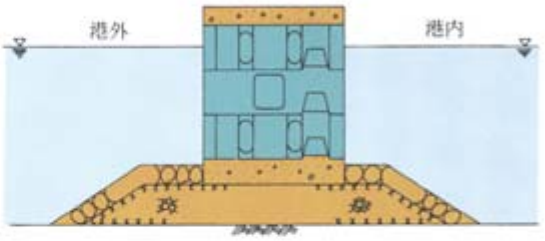
図－7

3）防波堤

防波堤、波除堤、離岸堤および各タイプの透過式堤体

（1）防波堤

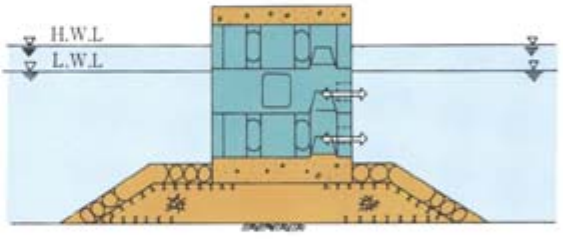
波浪の港内侵入を防ぐと同時に反射波の低減、越波による伝達波を抑え港内の静穏性を保つことができます。



図－8

（2）透過式防波堤

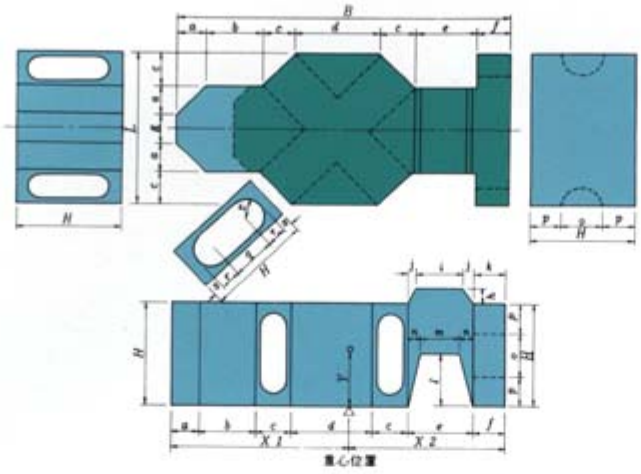
港内に生け簀等の養殖施設がある場合、潮間帯をさけて透過式方塊を用いることにより養殖施設への透過波の影響を抑え、港内外の海水交換を行うことができます。



図－9

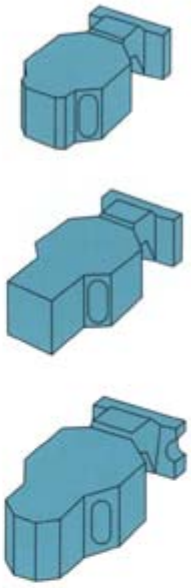
2 クロスホローの形状寸法

a 6.5t, 8t, 14t, 40t型形状寸法



図－10

■は6.5t－A型の形状を示す。



表－1　標準形数量・寸法

呼称	実重量 (t) 2.3t/m³	体積 (m³)	型枠面積 (m²)	鉄筋量 (kg)	吊筋量 (kg)	寸法 (cm) B	H	L	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	型枠重量 (kg)
6.5t－A型	6.49	2.823	19.42	47.24	7.58	283	112	158	9	13	34	90	67	36	72	11	57	3	38	56	45	11	44	34	40	22	14	1,799
8t－A型	7.84	3.407	21.17	47.24	11.37	350	112	158	30	59	34	90	67	36	30	11	57	3	38	56	45	11	44	34	40	22	14	1,944
14t－A型	14.43	6.275	31.81	56.63	17.88	430	137	194	37	72	42	110	83	44	36	14	73	3	46	68	55	14	53	42	49	27	17	2,778
40t－A型	40.85	17.760	63.70	219.52	75.51	610	194	272	52	103	58	156	116	67	52	19	102	5	69	97	78	19	78	58	72	38	23	8,864

＊型枠重量には予備底型枠を含む。

表－2　標準形重心

呼称	重心位置 X_1	X_2	重心高 y
6.5t－A型	1.49	1.34	0.61
8t－A型	1.86	1.64	0.60
14t－A型	2.29	2.01	0.73
40t－A型	3.25	2.85	1.03

表－4　標準形防舷材用方塊

呼称	実重量 (t)	体積 (m³)	型枠面積 (m²)	鉄筋量 (kg)	吊筋量 (kg)	重心位置 X_1	X_2	重心高 y
8t－B型	8.07	3.507	21.65	47.24	11.37	1.81	1.69	0.60
14t－B型	14.86	6.462	32.54	56.63	18.77	2.23	2.07	0.73
40t－B型	42.06	18.285	65.16	219.52	77.90	3.16	2.94	1.03

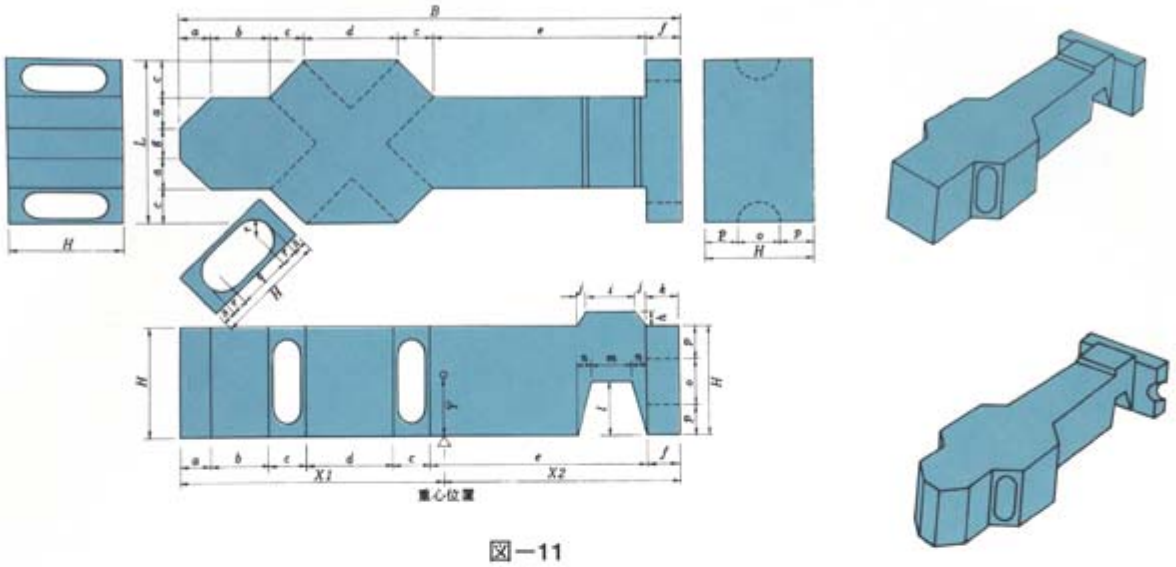
表－3　標準形半塊

呼称	実重量 (t)	体積 (m³)	型枠面積 (m²)	鉄筋量 (kg)	吊筋量 (kg)
6.5t－A½型	3.25	1.412	12.17	27.68	5.06
8t－A½型	3.92	1.703	13.79	27.68	7.58
14t－A½型	7.22	3.137	20.74	32.40	11.92
40t－A½型	20.42	8.880	41.53	102.11	50.34

表－5　標準形透過式方塊・半塊

呼称	実重量 (t)	体積 (m³)	型枠面積 (m²)	鉄筋量 (kg)	吊筋量 (kg)	重心位置 X_1	X_2	重心高 y
6.5t－C型	6.37	2.768	19.30	47.24	7.58	1.48	1.35	0.61
6.5t－C½型	3.18	1.384	12.11	27.68	5.06			
8t－C型	7.71	3.352	21.05	47.24	11.37	1.84	1.66	0.60
8t－C½型	3.85	1.676	13.73	27.68	7.58			
14t－C型	14.21	6.178	31.64	56.63	17.88	2.26	2.04	0.73
14t－C½型	7.10	3.089	20.65	32.40	11.92			
40t－C型	40.11	17.440	63.34	219.52	75.51	3.20	2.90	1.03
40t－C½型	20.06	8.720	41.35	102.11	50.34			

b 20t, 60t型形状寸法



図－11

表－6　標準形数量・寸法

呼称	実重量 (t) 2.3t/m³	体積 (m³)	型枠面積 (m²)	鉄筋量 (kg)	吊筋量 (kg)	寸法 (cm) B	H	L	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	型枠重量 (kg)
20t－A型	20.33	8.837	38.34	104.89	31.15	600	137	194	37	72	42	110	253	44	36	14	73	3	46	68	55	14	53	42	49	27	17	3,401
60t－A型	57.55	25.023	76.76	403.37	199.16	850	194	272	52	103	58	156	356	67	52	19	102	5	69	97	78	19	78	58	72	38	23	11,181

＊型枠重量には予備底型枠を含む。

表－7　標準形重心

呼称	重心位置 X_1	X_2	重心高 y
20t－A型	3.12	2.88	0.72
60t－A型	4.46	4.04	1.01

表－9　標準形防舷材用方塊

呼称	実重量 (t)	体積 (m³)	型枠面積 (m²)	鉄筋量 (kg)	吊筋量 (kg)	重心位置 X_1	X_2	重心高 y
20t－B型	20.76	9.024	39.07	104.89	32.60	3.06	2.94	0.72
60t－B型	58.76	25.548	78.21	403.37	204.77	4.34	4.16	1.01

表－8　標準形半塊

呼称	実重量 (t)	体積 (m³)	型枠面積 (m²)	鉄筋量 (kg)	吊筋量 (kg)
20t－A½型	10.16	4.418	26.33	62.18	20.77
60t－A½型	28.78	12.512	52.72	190.53	132.77

表－10　標準形透過式方塊・半塊

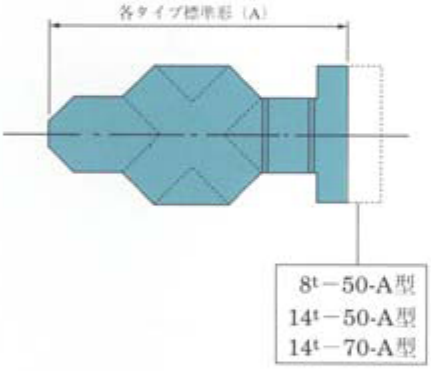
呼称	実重量 (t)	体積 (m³)	型枠面積 (m²)	鉄筋量 (kg)	吊筋量 (kg)	重心位置 X_1	X_2	重心高 y
20t－C型	20.10	8.740	38.16	104.89	31.15	3.09	2.91	0.72
20t－C½型	10.05	4.370	26.24	62.18	20.77			
60t－C型	56.82	24.703	76.40	403.37	199.16	4.41	4.09	1.01
60t－C½型	28.41	12.352	52.54	190.53	132.77			

C異形の形状寸法

表ー11　異形方塊・半塊

呼　称	実重量 (t) 2.3t/m³	体　積 (m³)	型　枠 面　積 (m²)	鉄筋量 (kg)	吊筋量 (kg)	寸法 B	L	a	b	f	k	重心位置 X1	X2	重心高 y
8t－50-A型	9.87	4.291	23.08	52.18	11.37	400				86	88	2.25	1.75	0.59
8t－50-A½型	4.94	2.146	15.31	30.83	7.58									
14t－50-A型	17.49	7.604	34.15	62.48	18.77	480				94	96	2.68	2.12	0.72
14t－50-A½型	8.74	3.802	22.59	36.07	12.52									
14t－70-A型	18.71	8.135	35.09	62.48	24.83	500				114	116	2.83	2.17	0.72
14t－70-A½型	9.36	4.068	23.33	36.07	16.56									

□ は標準形に同じ



表ー12　異形防舷材用方塊

呼　称	実重量 (t) 2.3t/m³	体　積 (m³)	型　枠 面　積 (m²)	鉄筋量 (kg)	吊筋量 (kg)	重心位置 X1	X2	重心高 y
8t－50-B型	10.10	4.392	23.56	52.18	11.37	2.20	1.80	0.59
14t－50-B型	17.92	7.791	34.88	62.48	18.77	2.63	2.17	0.72
14t－70-B型	19.14	8.323	35.82	62.48	24.83	2.77	2.23	0.72

表ー13　異形透過式方塊・半塊

呼　称	実重量 (t) 2.3t/m³	体　積 (m³)	型　枠 面　積 (m²)	鉄筋量 (kg)	吊筋量 (kg)	重心位置 X1	X2	重心高 y
8t－50-C型	9.57	4.161	23.21	52.18	11.37	2.21	1.79	0.59
8t－50-C½型	4.78	2.080	15.37	30.83	7.58			
14t－50-C型	17.01	7.396	34.28	62.48	17.88	2.64	2.16	0.72
14t－50-C½型	8.51	3.698	22.66	36.07	11.92			
14t－70-C型	18.13	7.884	35.34	62.48	23.68	2.78	2.22	0.72
14t－70-C½型	9.07	3.942	23.46	36.07	15.79			

3 クロスホローの構造図

CH-6.5t

A型

CH-8t, 14t, 40t

A型

CH-20t, 60t

A型

B型

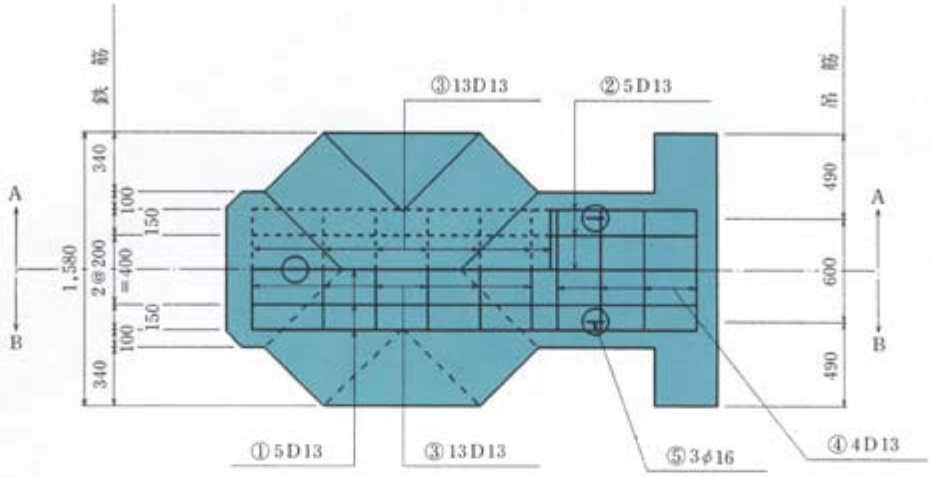
B型

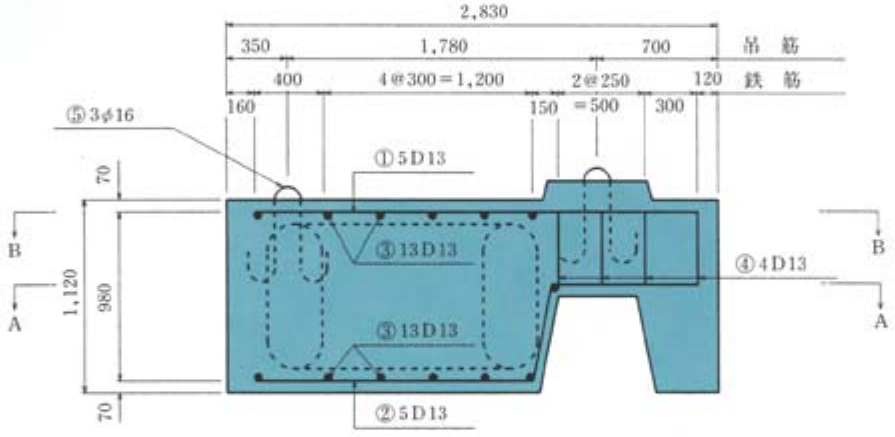
C型

C型

C型

CH-6.5t A型





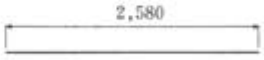
1個当たり数量表

材料名	数量	摘要
コンクリート	2.823m³	
型枠	19.42m²	(底型枠3.02m²を含む)

鉄筋表

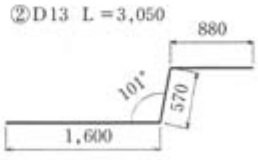
異形棒鋼						
番号	径	単位重量	一本長	本数	重量	摘要
①	D13	0.995	2.58	5	12.84	
②	D13	0.995	3.05	5	15.17	
③	D13	0.995	0.73	13	9.44	
④	D13	0.995	2.46	4	9.79	
計 47.24kg						
丸鋼						
⑤	φ16	1.58	1.60	3	7.58	吊筋
計 7.58kg						

①D13 L=2,580

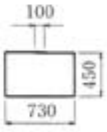


③D13 L=730

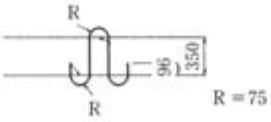
②D13 L=3,050

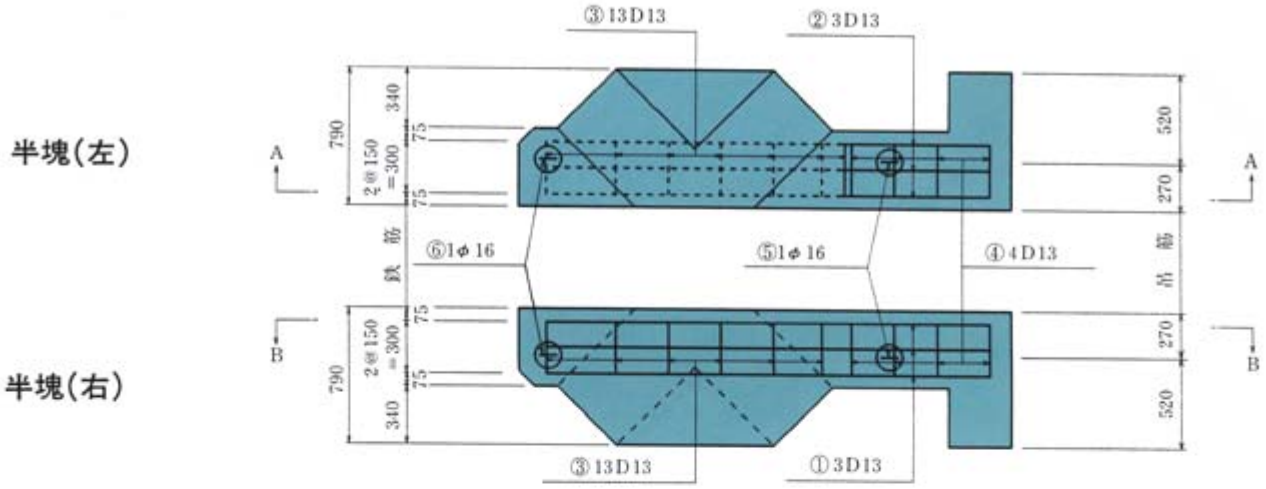


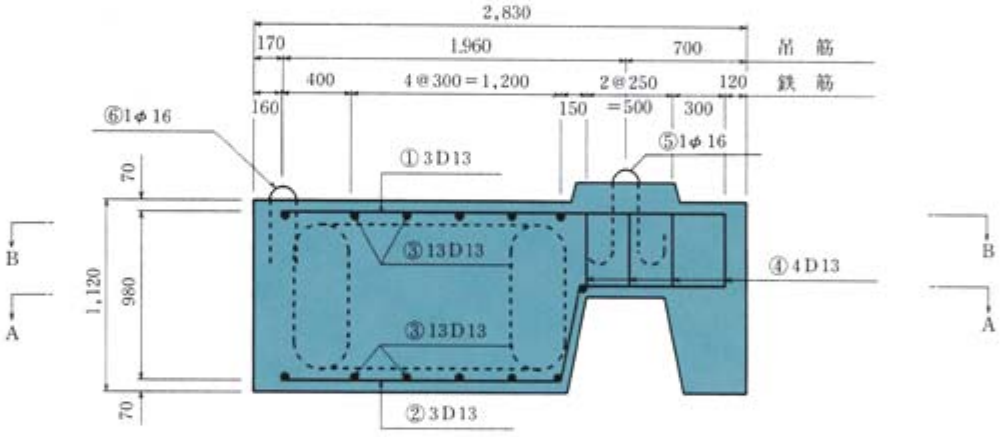
④D13 L=2,460



⑤φ16 L=1,600





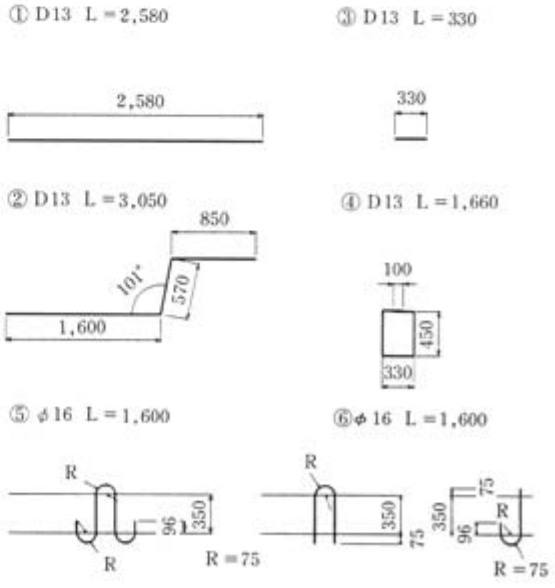


1個当たり数量表

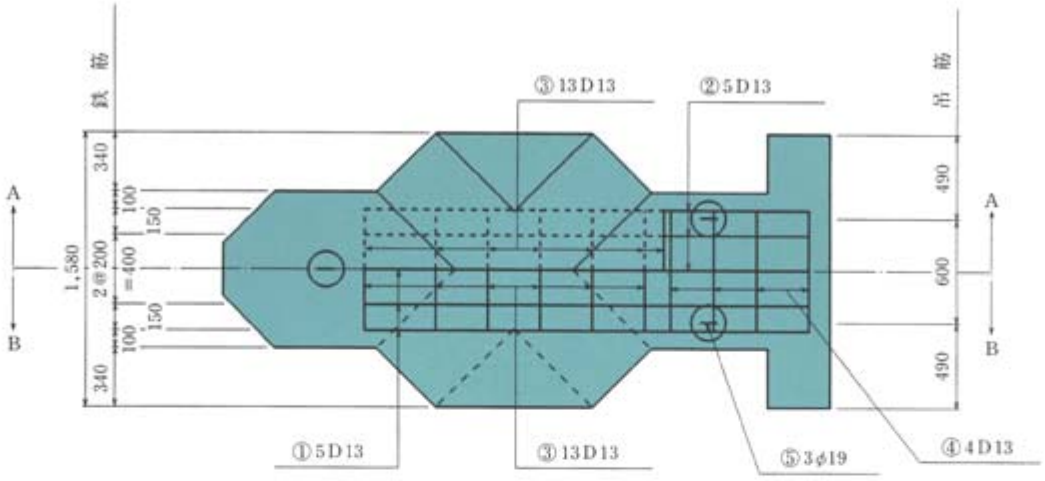
材料名	数量	摘要
コンクリート	1.412m³	
型枠	12.17m²	(底型枠1.51m²を含む)

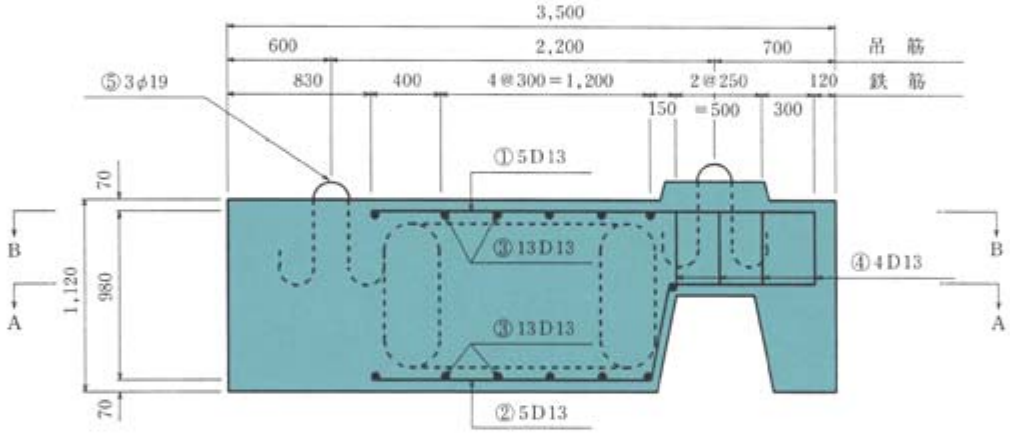
鉄筋表

異形棒鋼						
番号	径	単位重量	一本長	本数	重量	摘要
①	D13	0.995	2.58	3	7.70	
②	D13	0.995	3.05	3	9.10	
③	D13	0.995	0.33	13	4.27	
④	D13	0.995	1.66	4	6.61	
計 27.68kg						
丸鋼						
⑤	φ16	1.58	1.60	1	2.53	吊筋
⑥	φ16	1.58	1.60	1	2.53	
計 5.06kg						



CH-8t
A型





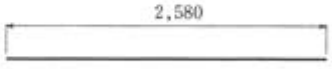
1個当たり数量表

材料名	数量	摘要
コンクリート	3.407m³	
型枠	21.17m²	(底型枠3.54m²を含む)

鉄筋表

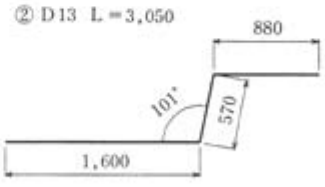
異形棒鋼						
番号	径	単位重量	一本長	本数	重量	摘要
①	D13	0.995	2.58	5	12.84	
②	D13	0.995	3.05	5	15.17	
③	D13	0.995	0.73	13	9.44	
④	D13	0.995	2.46	4	9.79	
計 47.24kg						
丸鋼						
⑤	φ19	2.23	1.70	3	11.37	吊筋
計 11.37kg						

① D13 L=2,580

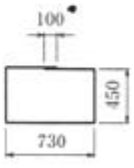


③ D13 L=730

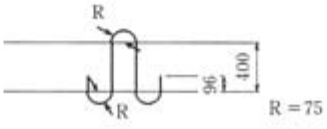
② D13 L=3,050

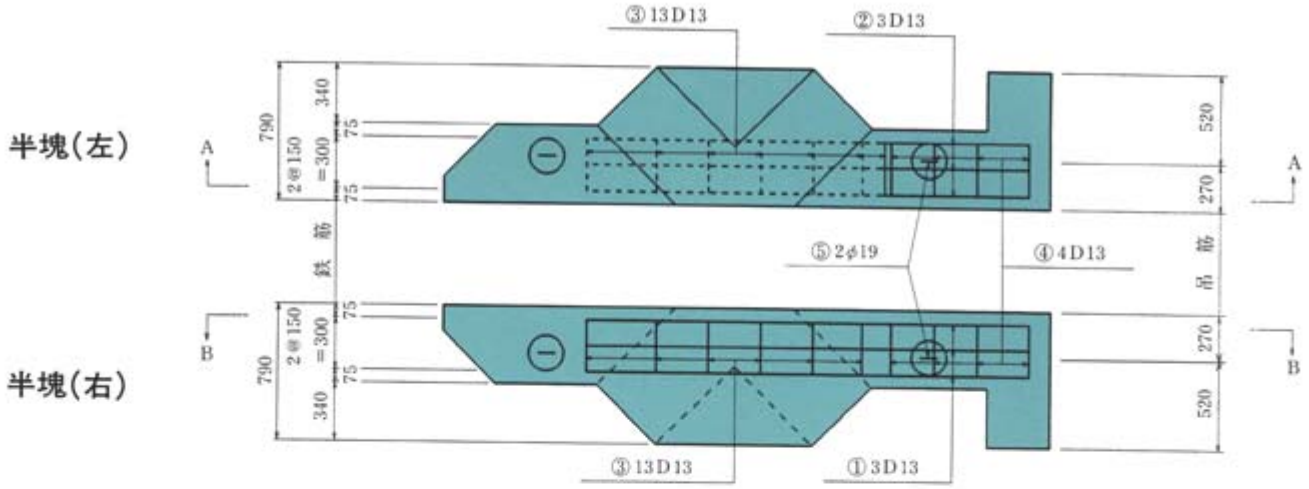


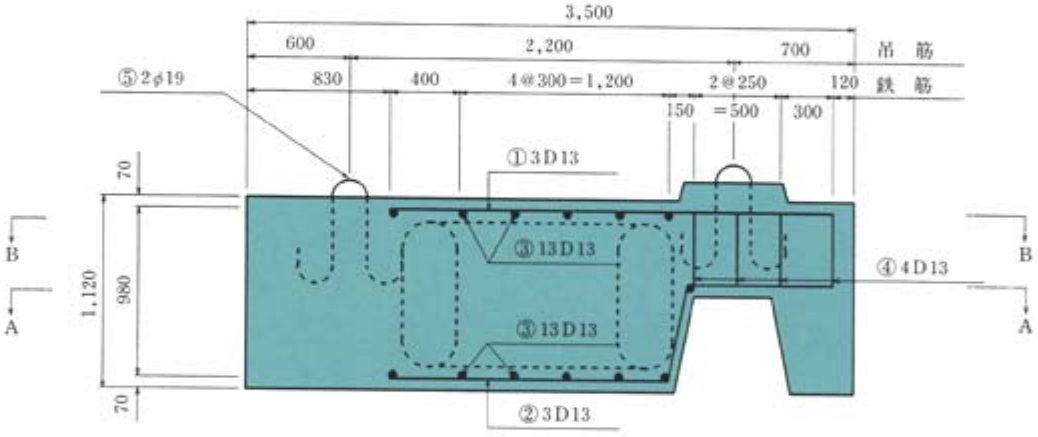
④ D13 L=2,460



⑤ φ19 L=1,700







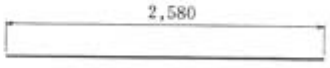
1個当たり数量表

材料名	数量	摘要
コンクリート	1.703m³	
型枠	13.79m²	(底型枠1.77m²を含む)

鉄筋表

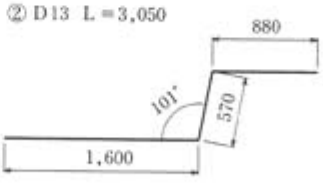
異形棒鋼						
番号	径	単位重量	一本長	本数	重量	摘要
①	D13	0.995	2.58	3	7.70	
②	D13	0.995	3.05	3	9.10	
③	D13	0.995	0.33	13	4.27	
④	D13	0.995	1.66	4	6.61	
計 27.68kg						
丸鋼						
⑤	φ19	2.23	1.70	2	7.58	吊筋
計 7.58kg						

① D13 L=2,580

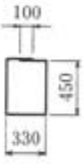


③ D13 L=330

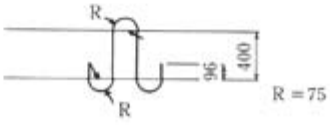
② D13 L=3,050



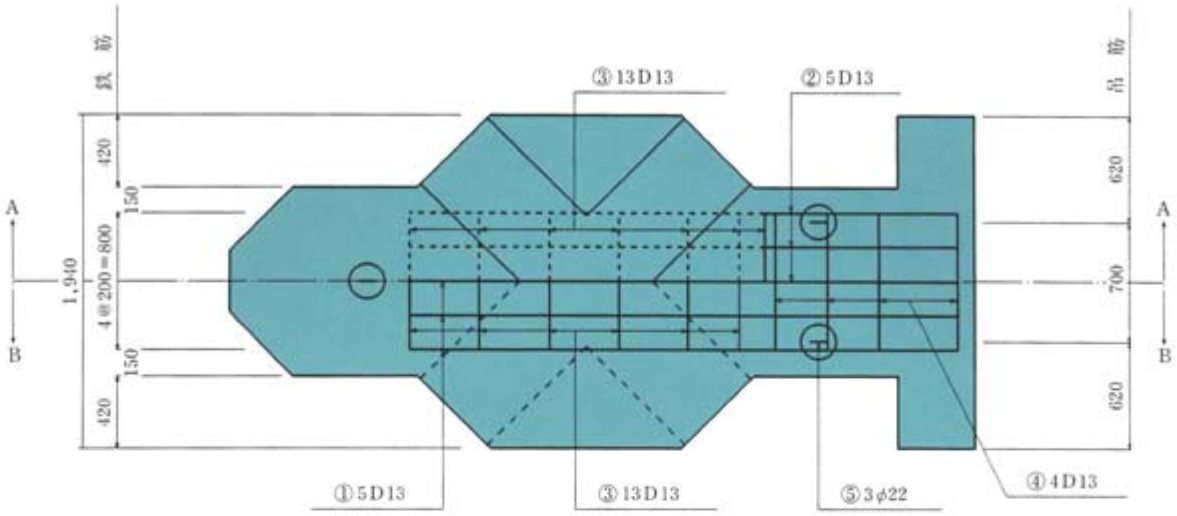
④ D13 L=1,660

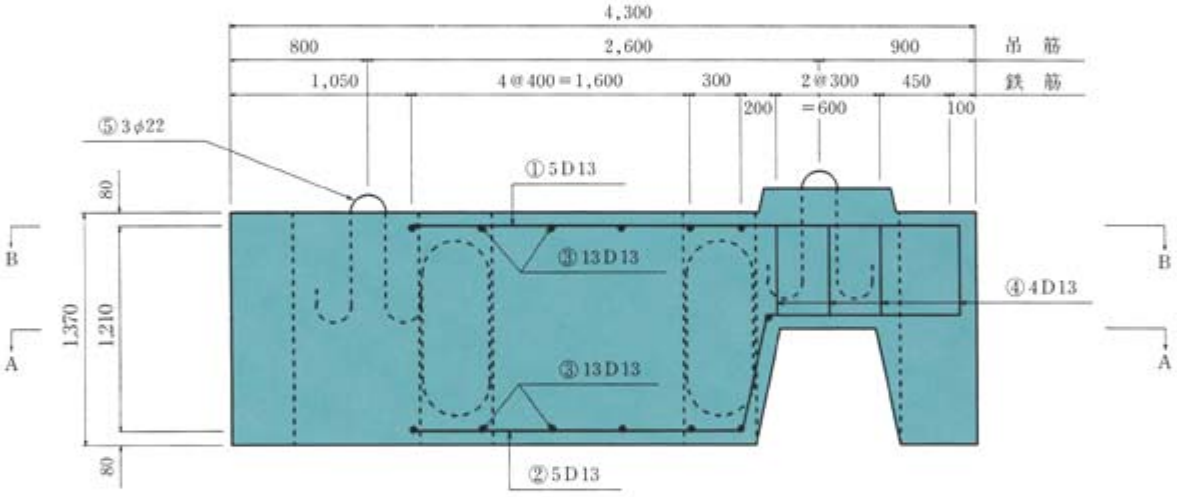


⑤ φ19 L=1,700



CH-14t
A型





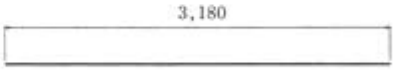
1個当たり数量表

材料名	数量	摘要
コンクリート	6.275m³	
型枠	31.81m²	(底型枠5.32m²を含む)

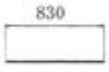
鉄筋表

異形棒鋼						
番号	径	単位重量	一本長	本数	重量	摘要
①	D13	0.995	3.18	5	15.82	
②	D13	0.995	3.74	5	18.61	
③	D13	0.995	0.83	13	10.74	
④	D13	0.995	2.88	4	11.46	
計 56.63kg						
丸鋼						
⑤	φ22	2.98	2.00	3	17.88	吊筋
計 17.88kg						

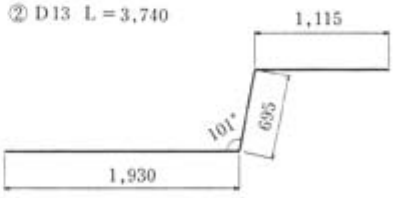
① D13 L=3,180



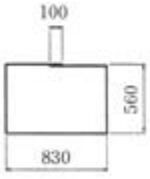
③ D13 L=830



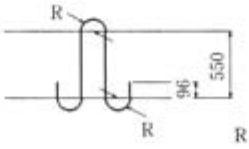
② D13 L=3,740



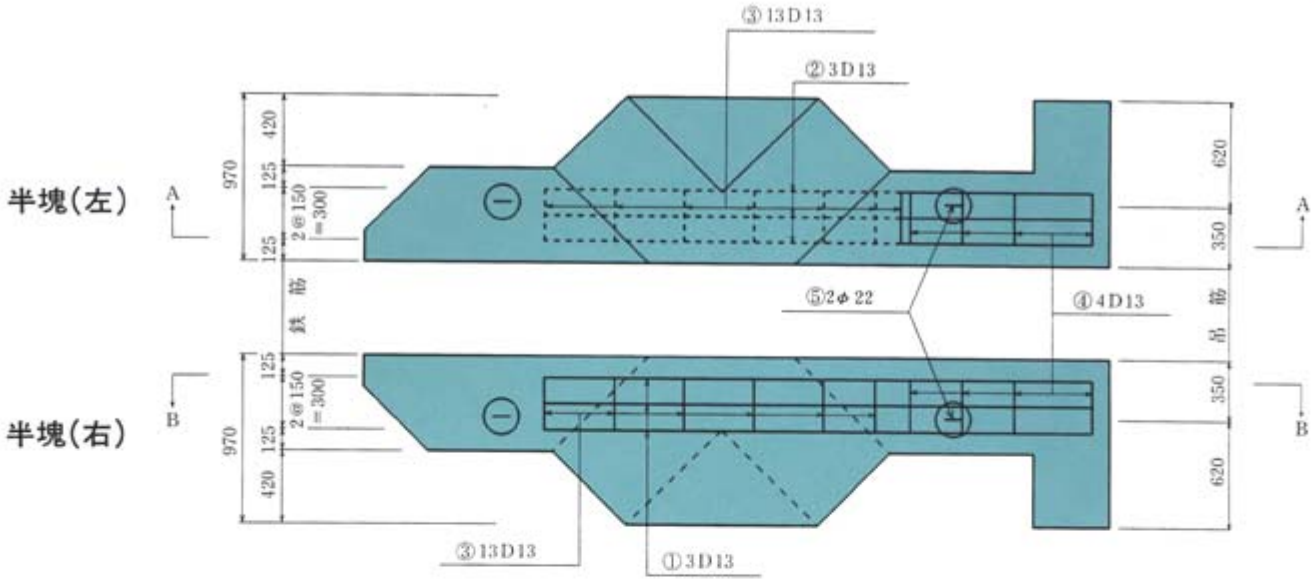
④ D13 L=2,880

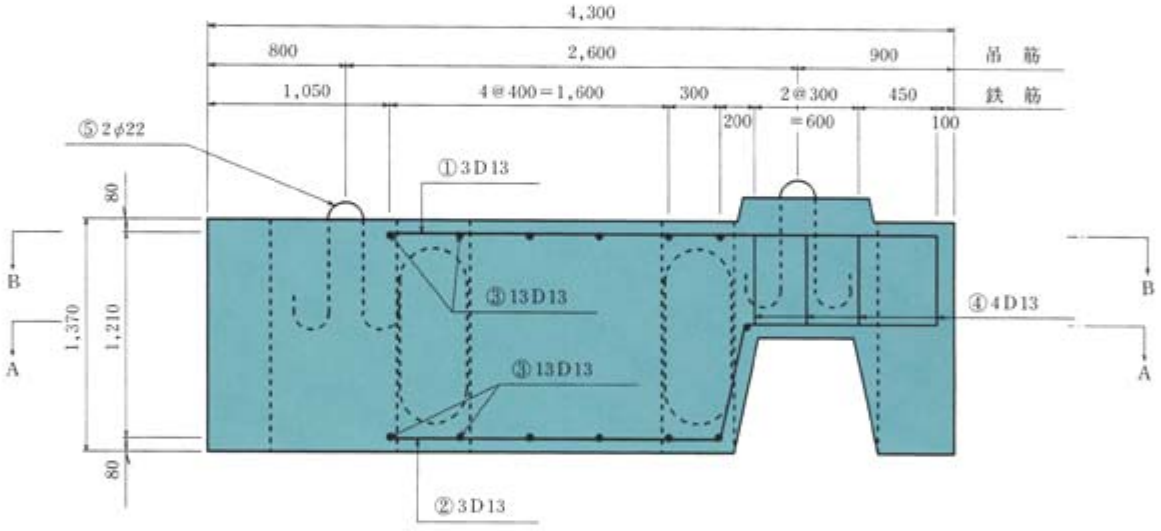


⑤ φ22 L=2,000



R=75





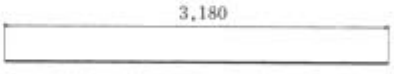
1個当たり数量表

材料名	数量	摘要
コンクリート	3.137m³	
型枠	20.74m²	(底型枠2.66m²を含む)

鉄筋表

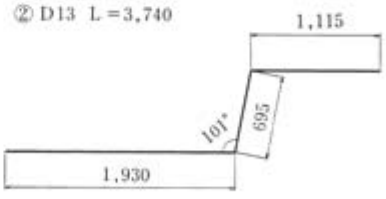
異形棒鋼						
番号	径	単位重量	一本長	本数	重量	摘要
①	D13	0.995	3.18	3	9.49	
②	D13	0.995	3.74	3	11.16	
③	D13	0.995	0.33	13	4.27	
④	D13	0.995	1.88	4	7.48	
計 32.40kg						
丸鋼						
⑤	φ22	2.98	2.00	2	11.92	吊筋
計 11.92kg						

① D13 L=3,180

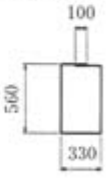


③ D13 L=330

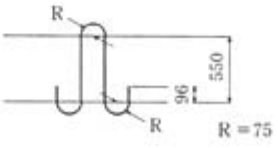
② D13 L=3,740



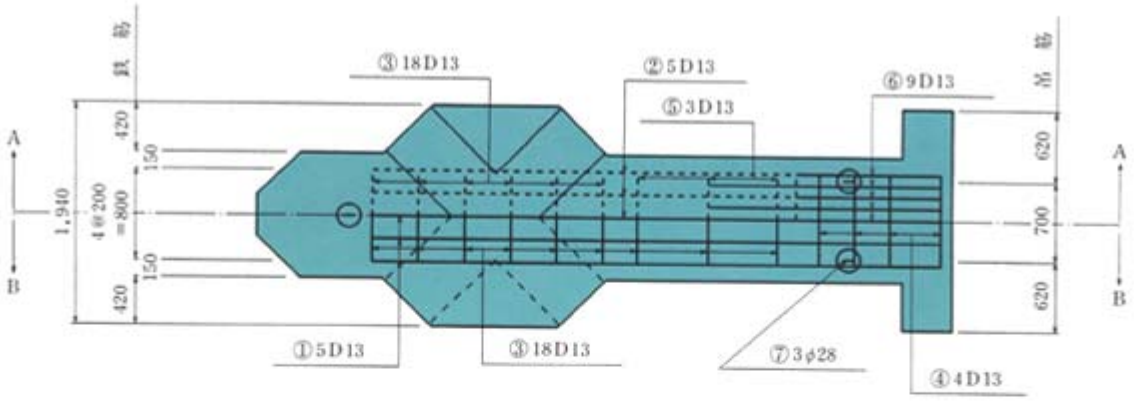
④ D13 L=1,880

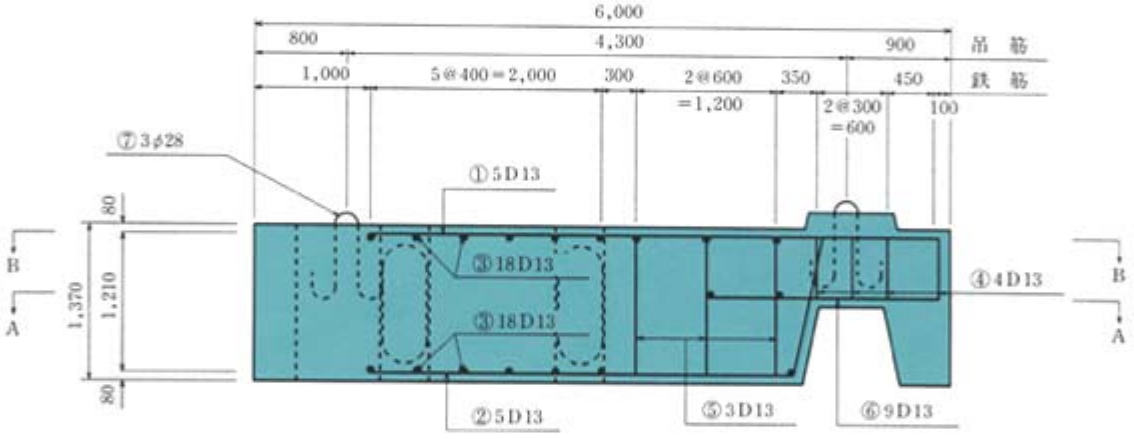


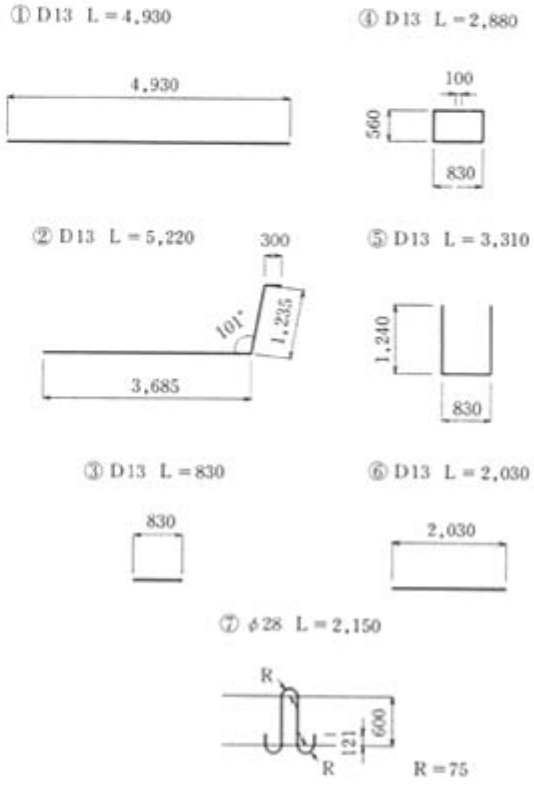
⑤ φ22 L=2,000



CH-20t A型





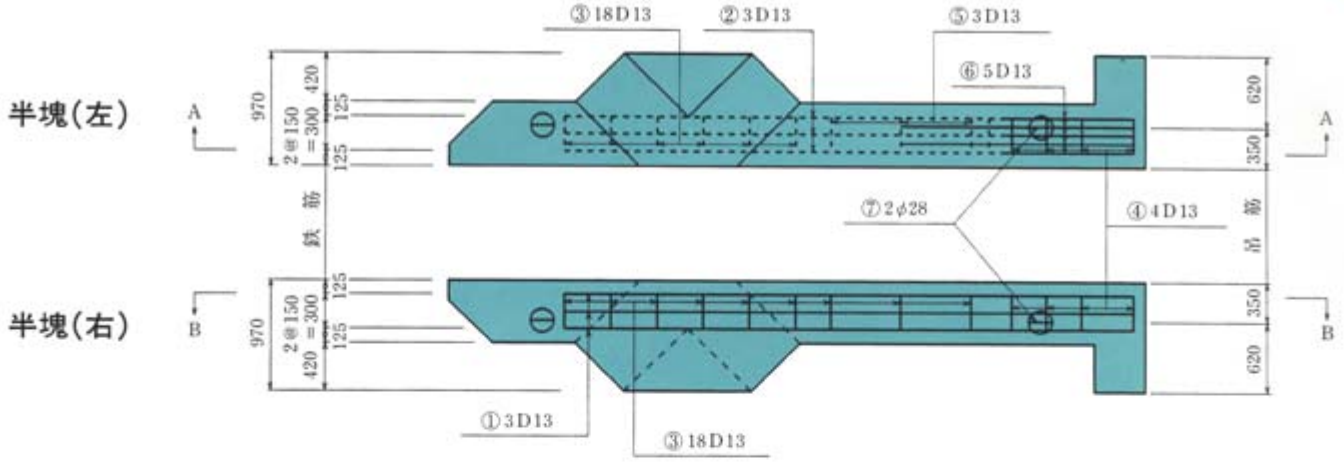


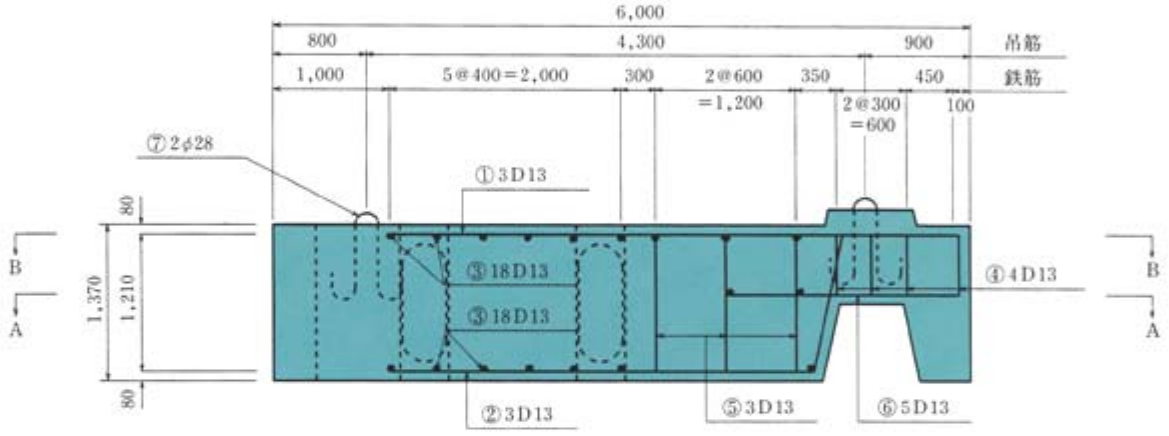
1個当たり数量表

材料名	数量	摘要
コンクリート	8.837m³	
型枠	38.34m²	(底型枠7.19m²を含む)

鉄筋表

異形棒鋼						
番号	径	単位重量	一本長	本数	重量	摘要
①	D13	0.995	4.93	5	24.53	
②	D13	0.995	5.22	5	25.97	
③	D13	0.995	0.83	18	14.87	
④	D13	0.995	2.88	4	11.46	
⑤	D13	0.995	3.31	3	9.88	
⑥	D13	0.995	2.03	9	18.18	
計 104.89kg						
丸鋼						
⑦	φ28	4.83	2.15	3	31.15	吊筋
計 31.15kg						



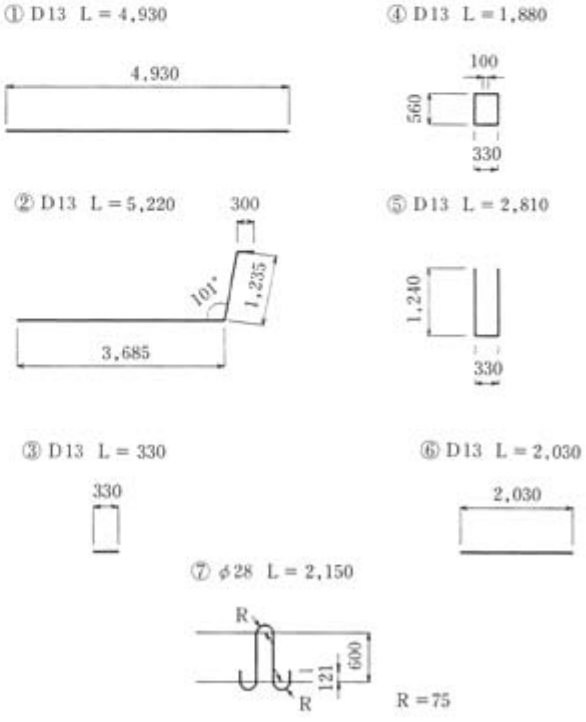


1個当たり数量表

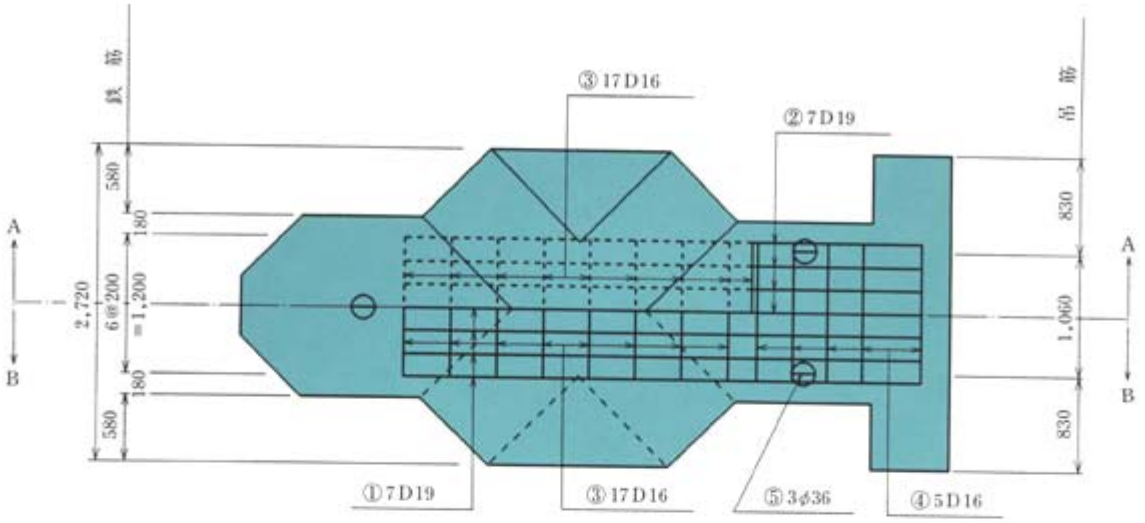
材料名	数量	摘要
コンクリート	4.418m³	
型枠	26.33m²	(底型枠3.60m²を含む)

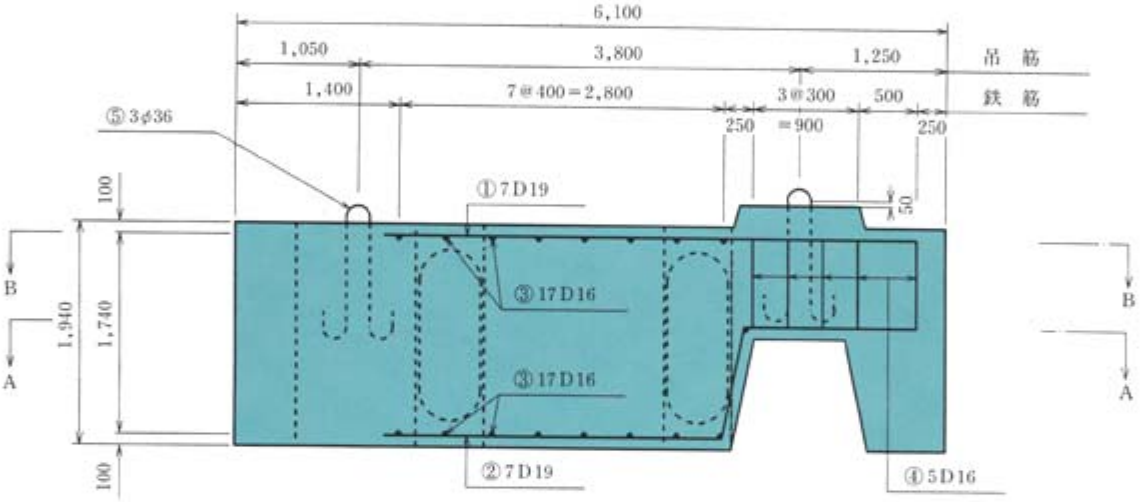
鉄筋表

異形棒鋼						
番号	径	単位重量	一本長	本数	重量	摘要
①	D13	0.995	4.93	3	14.72	
②	D13	0.995	5.22	3	15.58	
③	D13	0.995	0.33	18	5.91	
④	D13	0.995	1.88	4	7.48	
⑤	D13	0.995	2.81	3	8.39	
⑥	D13	0.995	2.03	5	10.10	
計 62.18kg						
丸鋼						
⑦	φ28	4.83	2.15	2	20.77	吊筋
計 20.77kg						



CH-40t A型





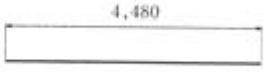
1個当たり数量表

材料名	数量	摘要
コンクリート	17.760m³	
型枠	63.70m²	(底型枠10.69m²を含む)

鉄筋表

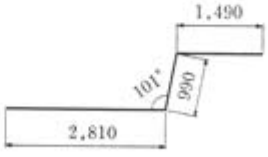
異形棒鋼						
番号	径	単位重量	一本長	本数	重量	摘要
①	D19	2.25	4.48	7	70.56	
②	D19	2.25	5.29	7	83.32	
③	D16	1.56	1.24	17	32.88	
④	D16	1.56	4.20	5	32.76	
計 219.52kg						
丸鋼						
⑤	φ36	7.99	3.15	3	75.51	吊筋
計 75.51kg						

① D19 L=4,480

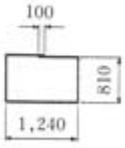


③ D16 L=1,240

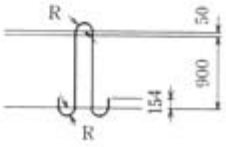
② D19 L=5,290



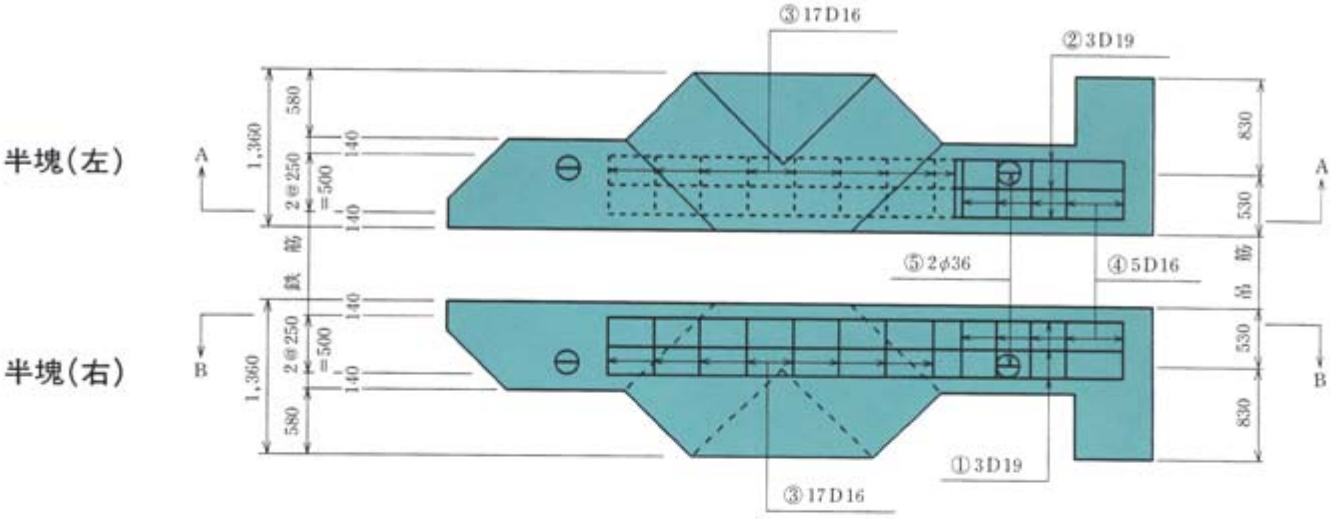
④ D16 L=4,200

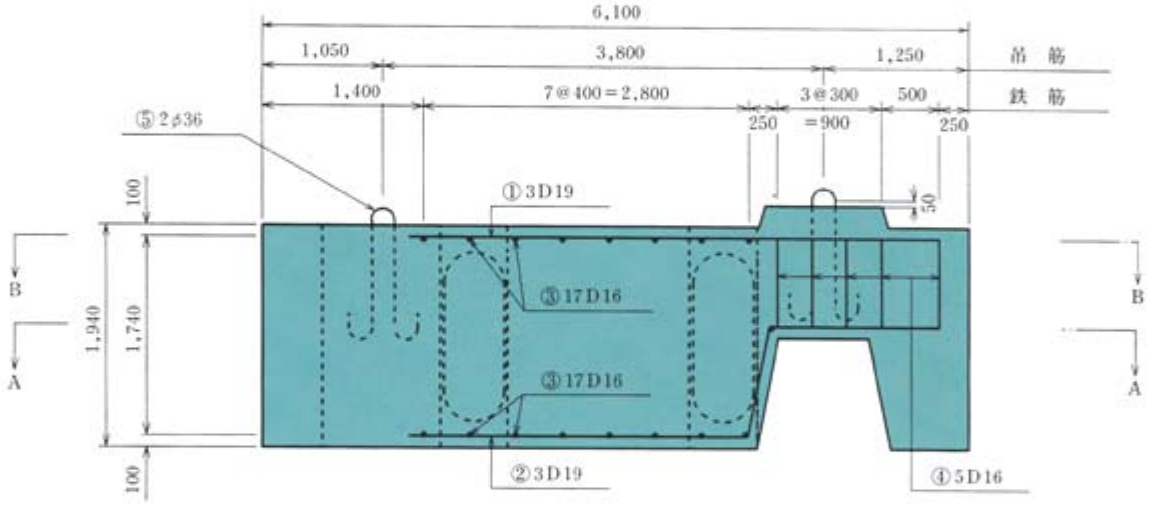


⑤ φ36 L=3,150



R=100



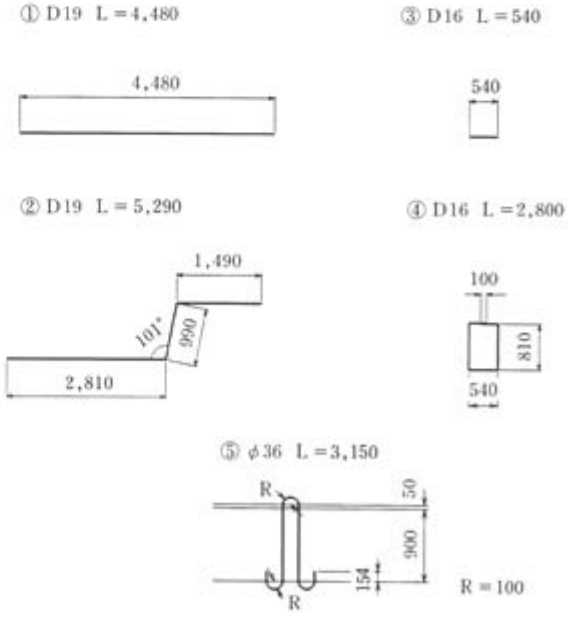


1個当たり数量表

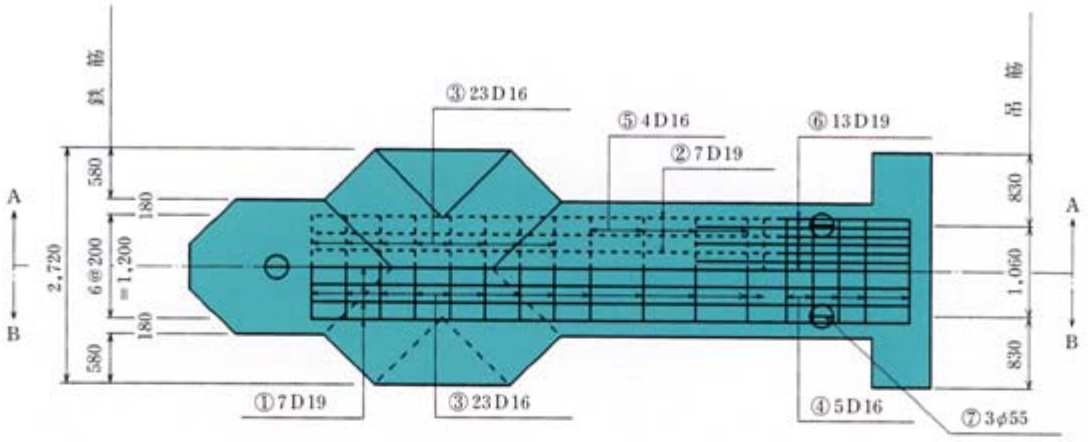
材料名	数量	摘要
コンクリート	8.880m³	
型枠	41.53m²	(底型枠5.35m²を含む)

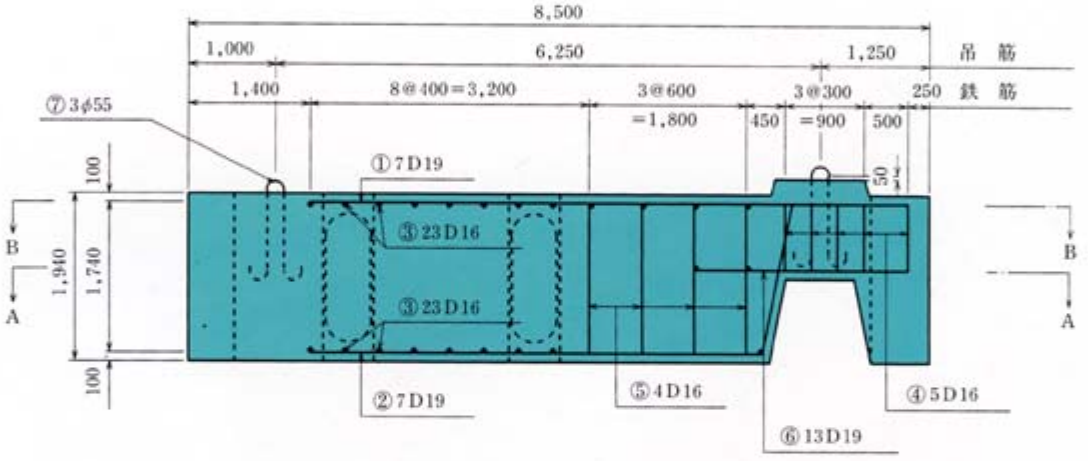
鉄筋表

異形棒鋼						
番号	径	単位重量	一本長	本数	重量	摘要
①	D19	2.25	4.48	3	30.24	
②	D19	2.25	5.29	3	35.71	
③	D16	1.56	0.54	17	14.32	
④	D16	1.56	2.80	5	21.84	
計 102.11kg						
丸鋼						
⑤	φ36	7.99	3.15	2	50.34	吊筋
計 50.34kg						



CH-60t A型



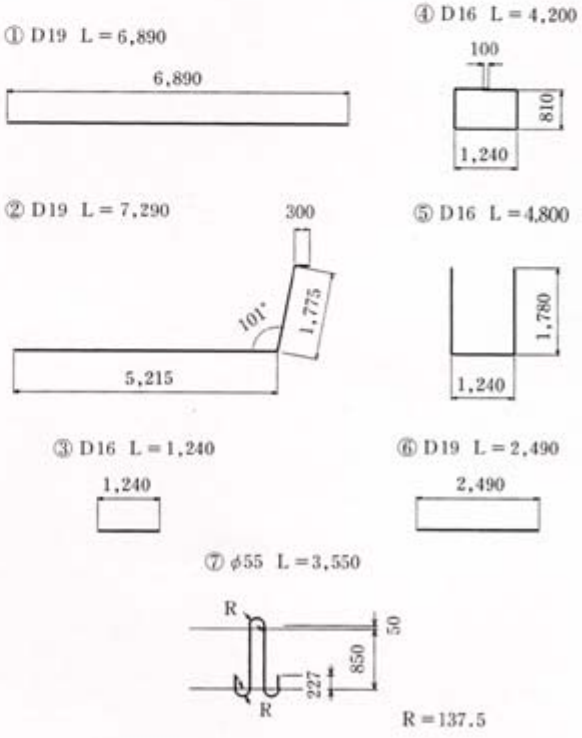


1個当たり数量表

材料名	数量	摘要
コンクリート	25.023m³	
型枠	76.76m²	(底型枠14.43m²を含む)

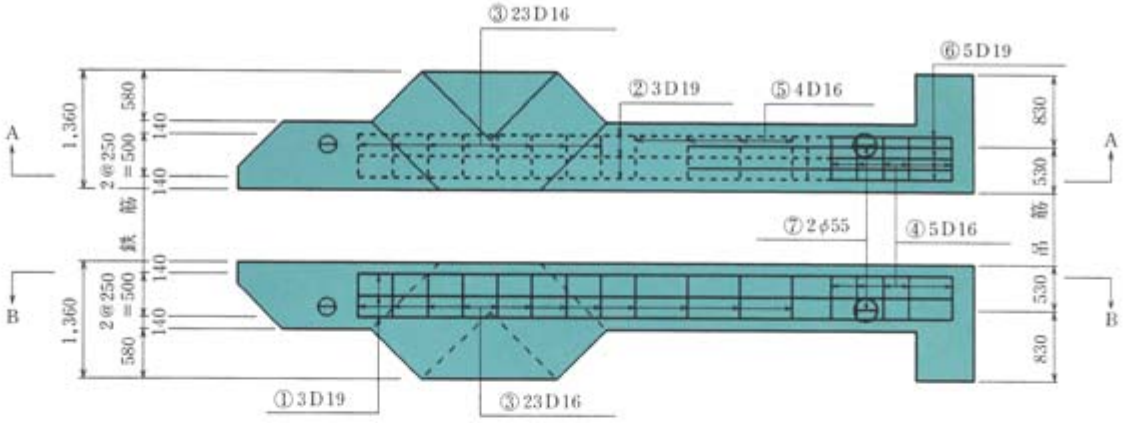
鉄筋表

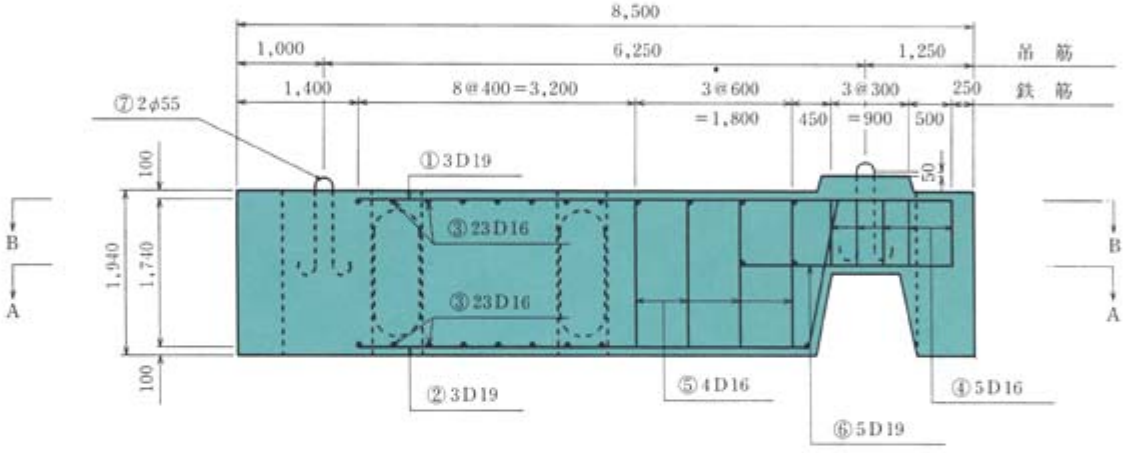
異形棒鋼						
番号	径	単位重量	一本長	本数	重量	摘要
①	D19	2.25	6.89	7	108.52	
②	D19	2.25	7.29	7	114.82	
③	D16	1.56	1.24	23	44.49	
④	D16	1.56	4.20	5	32.76	
⑤	D16	1.56	4.80	4	29.95	
⑥	D19	2.25	2.49	13	72.83	
計 403.37kg						
丸鋼						
⑦	φ55	18.70	3.55	3	199.16	吊筋
計 199.16kg						



半塊(左)

半塊(右)



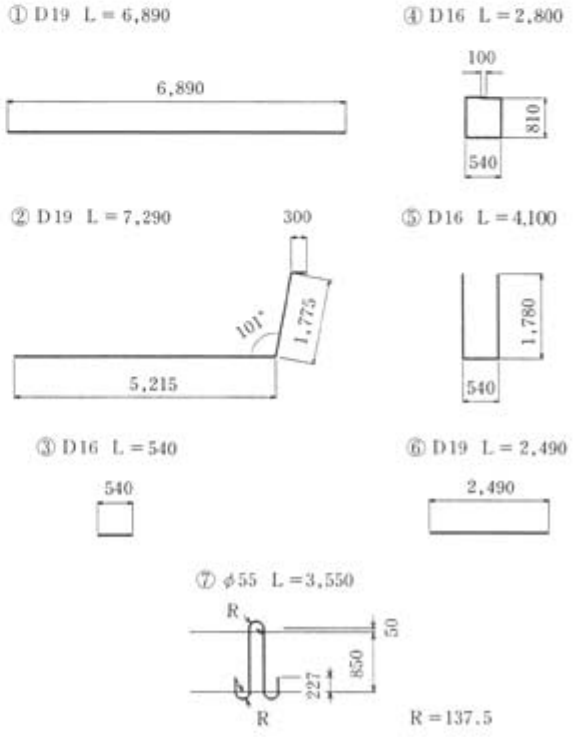


1個当たり数量表

材料名	数量	摘要
コンクリート	12.512m³	
型枠	52.72m²	(底型枠7.22m²を含む)

鉄筋表

異形棒鋼						
番号	径	単位重量	一本長	本数	重量	摘要
①	D19	2.25	6.89	3	46.51	
②	D19	2.25	7.29	3	49.21	
③	D16	1.56	0.54	23	19.38	
④	D16	1.56	2.80	5	21.84	
⑤	D16	1.56	4.10	4	25.58	
⑥	D19	2.25	2.49	5	28.01	
計 190.53kg						
丸鋼						
⑦	φ55	18.70	3.55	2	132.77	吊筋
計 132.77kg						

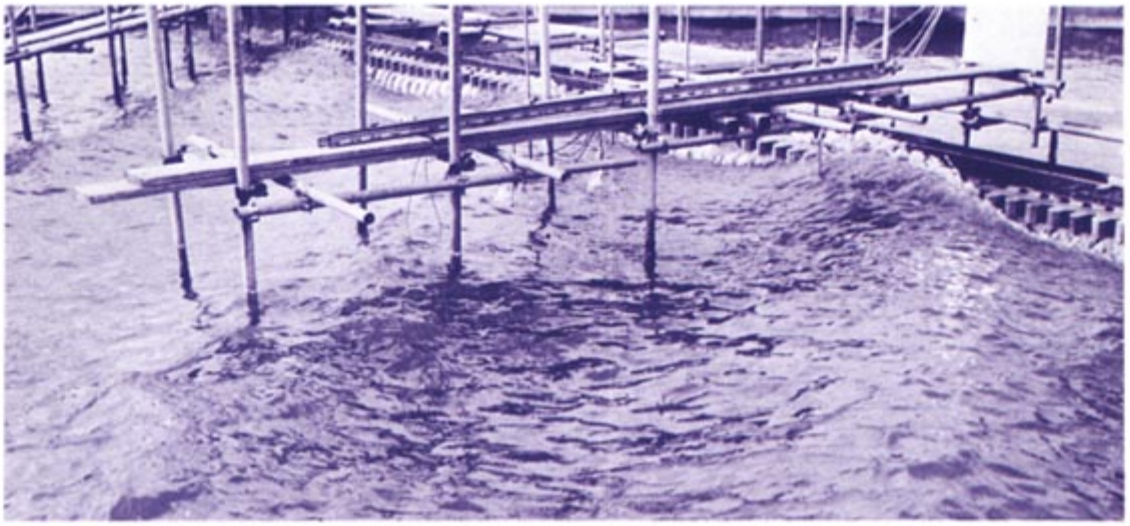


4 クロスホローの水理特性

a 反射率

クロスホローの反射率は、斜め入射および直角入射に対して大規模な平面水槽や二次元造波水槽を使用して、多角的に確認しております。

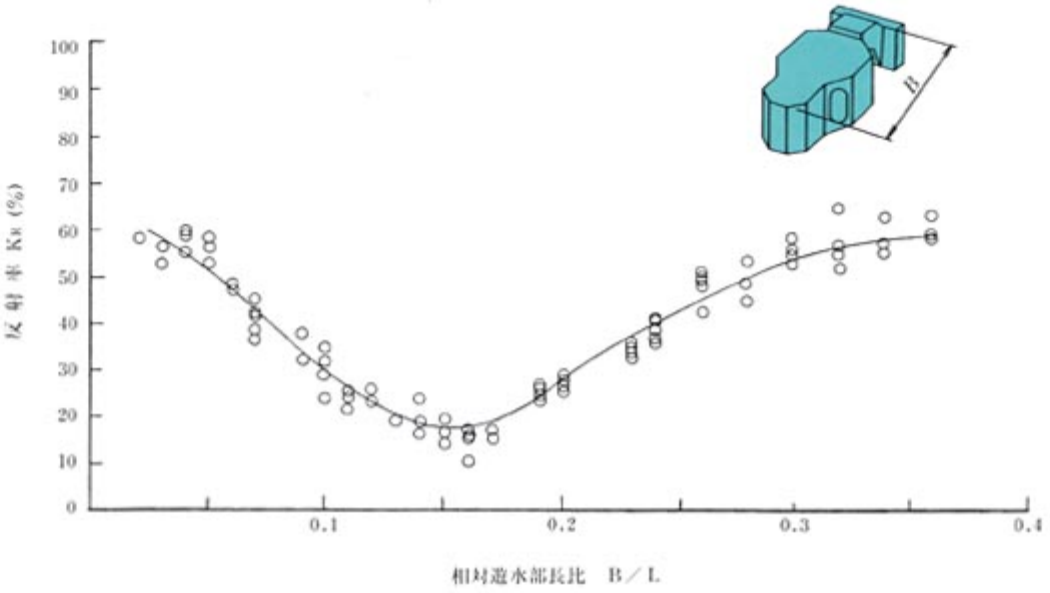
写真－1に平面水槽による波浪の入反射の実験状況を示します。



写真－1

反射率K_Rを相対遊水部長比B／Lでとりまとめた結果を図－12に示します。

クロスホロー方塊には、入射波の周期（または波長）に対応して最も消波効果のよくなる最適消波幅が存在し、相対遊水部長比B／L＝0.16で反射率K_R＝0.18となります。

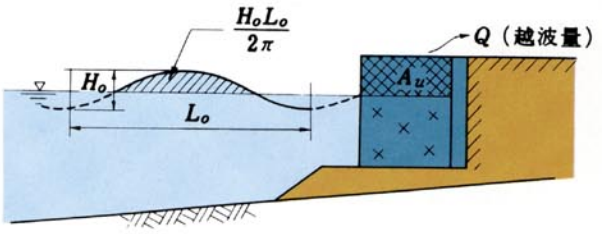


図－12 反射率

b 越波量

一般的に越波とは、波の海岸への移動量のうち一部を反射し、残りの部分は消波空隙内部に一時的に貯留され、貯留しきれない水量が堤体天端を越えて堤体内側に溢流するものです。

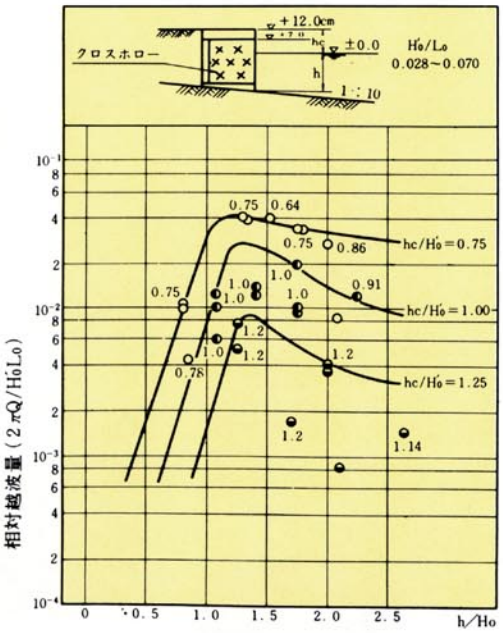
図－13に示すように直立消波空隙部部分の体積が越波の防止効果に大きく影響します。



図－13

クロスホロー方塊の越波量は、図－14より相対越波量（波の一周期当たりの海岸への移動量（$H_o \cdot L_o / 2\pi$）と越波量Qとの比）を求めます。

図－14より、クロスホロー方塊の越波量低減効果は、従来の法面消波ブロック積堤と同程度期待できます。



図－14

c 透過式堤体の特性

1）透過式防波堤

クロスホロー方塊は、透過形式としても多数実績があります。背後止水版に半円形の孔をあけ透過性の方塊にしたもので、その形状を図－15に示します。この透過式方塊を使用し波高透過率をもとめた

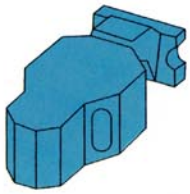
波高透過率は、以下に示す式より求める。

$$Kt = Ht / Hi$$

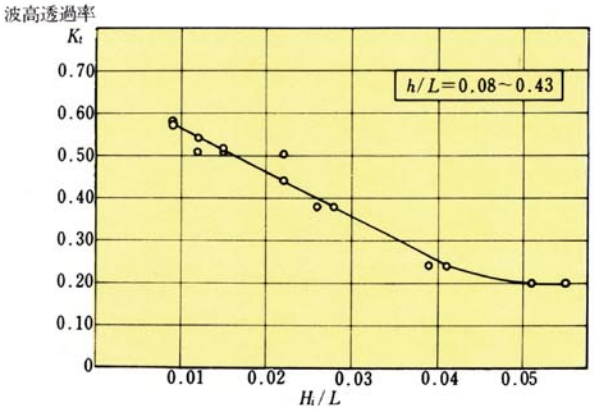
ここに、Ht；透過波高

Hi；入射波高

実験結果は図－16に示すものとなり、波高透過率は、20～60％となります。



図－15

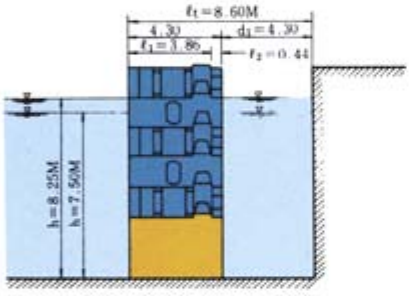


図－16

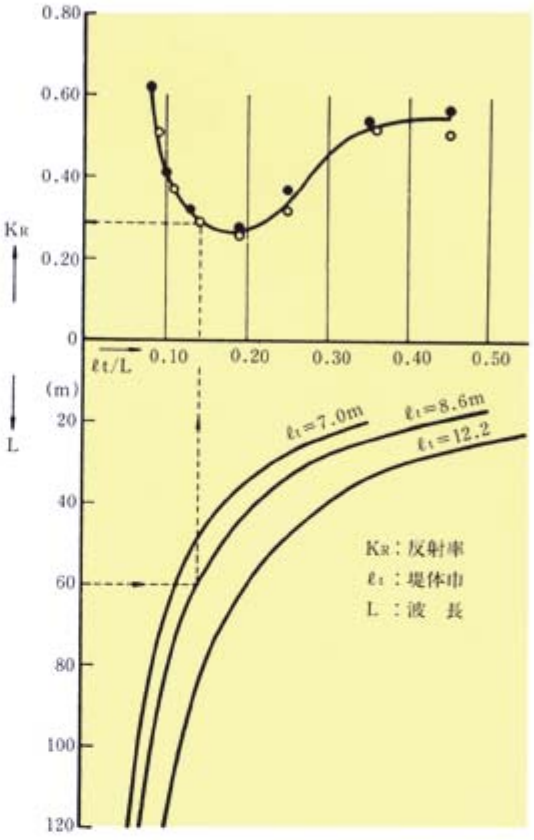
2）低反射岸壁への応用

透過式クロスホロー方塊は図－17に示すように、堤体背後に遊水部を確保し、長周期の波浪に対応させる低反射岸壁への応用ができます。

図－18は、実験上の特性を示したもので、波長L、堤体幅ℓ_t、と反射率の関係を表わしています。この図表より、最適の堤体幅ℓ_tを求めることができます。（第22回岸工学講演会論文集：直立消波岸壁に関する反射特性について）



図－17　実験断面



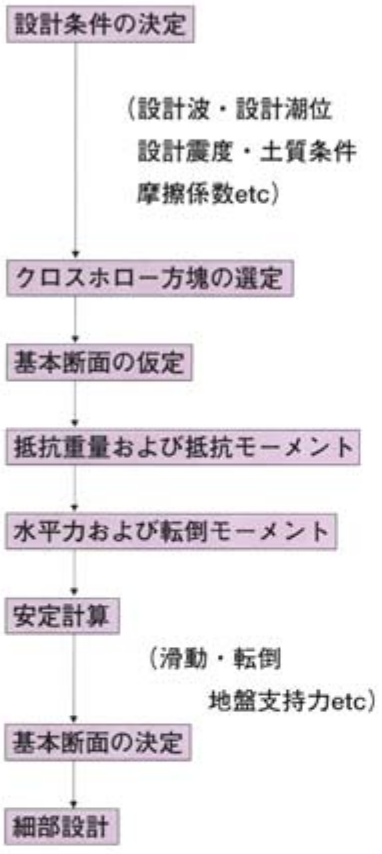
図－18　反射率と相対堤体幅比の関係

5 クロスホローの標準設計

クロスホロー方塊堤は、通常の重力式構造物の設計方法に準拠して行います。設計にあたっては、「港湾施設の技術上の基準・同解説」および「漁港構造物標準設計法」に準じます。

a 岸壁・護岸の設計

岸壁・護岸の設計は、次に示す手順で行います。



1）設計波

構造物の安定計算に用いる設計波と消波対象波とは区別して考えます。

構造物の安定計算に用いる設計波；

上部工の安定検討については計画位置での最大波高を用い、施工時の安定検討ではそれぞれの波圧式の設計波高を用います。

消波対象波；

一般にその港における発生頻度の高い波を用います。

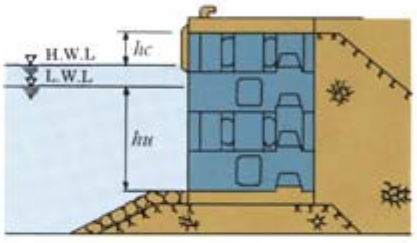
2）クロスホロー方塊の選定

水理特性での入射波の周期とクロスホロー方塊遊水部幅の関係より（P20、図－12）最適構造となるクロスホロー方塊を選定します。

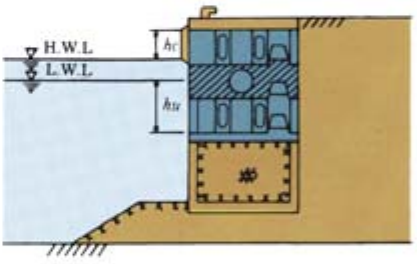
3）消波工天端の決定

（1）低反射岸壁の場合

クロスホロー方塊積岸壁構造で消波効果を期待するには、静水面と消波工天端のクリアランスおよび静水面と消波工下端のクリアランスが必要です。この基準としては、図－19～20に示すとうりです。なお、設置水深が深い場合図－20に示すように下部構造にセルラー方塊、ケーソン等で複合構造とすることができます。



図－19



図－20

hc；消波工天端高

$hc > 0.5H$

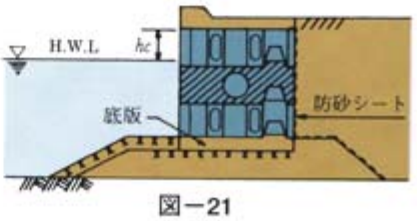
hu；消波工下端高

$hu > 2.0H$

ここに、H；入射波高

（2）越波防止護岸の場合

クロスホロー方塊積護岸の静水面上のクリアランスが越波量および波の打ち上げ高に大きな影響を及ぼすのでクリアランスを大きくとることにより越波量、波の打ち上げ高を減少させることができます。



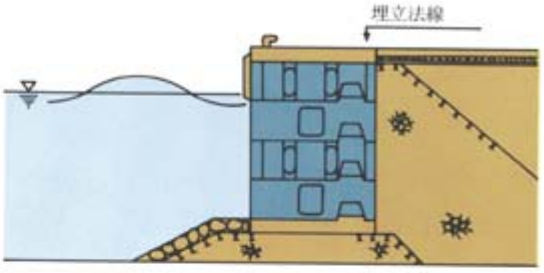
図－21

4）埋立法線について

直立消波構造体を使用した場合、法制上の埋立法線は土留版前面となり、この法線より背後が有効土地となります。（図－22）

5）防舷材取付用方塊

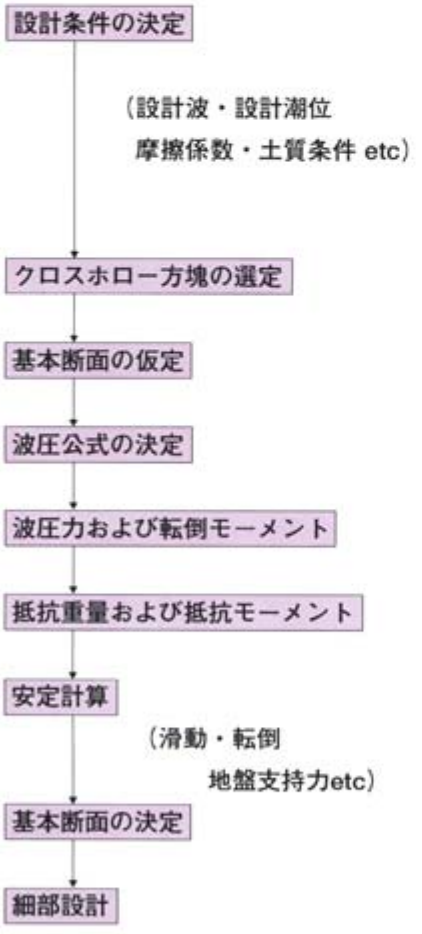
岸壁、物揚場にクロスホロー方塊を使用した場合、防舷材を取り付けるため前面がフラットな防舷材用クロスホロー方塊を使用します。方塊製作時に埋込栓を埋め込むこともできます。



図－22

b 防波堤の設計

防波堤の設計は、次に示す手順で行います。



1）設計波

防波堤に作用する波圧強度P25に示す従来の直立壁に作用する波圧の算定式をもとに弊社で行った水理実験の結果を考慮して定めた算定法です。

波圧強度の算定には、有義波高および有義波周期を用います。

2）設計潮位

防波堤に作用する波圧力の算定および天端高等を決定する上、重要な基準となります。

通常は、構造物が最も危険となる潮位を用います。

3）消波工天端の決定

クロスホロー方塊積防波堤構造で消波効果を期待するには、静水面と消波工天端のクリアランスおよび静水面と消波工下端のクリアランスが必要です。この基準としては、図－23に示すとおりです。なお、設置水深が深い場合図－20に示すように下部構造にセルラー方塊、ケーソン等で複合構造とすることができます。

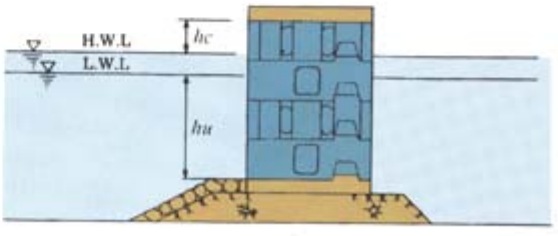
hc；消波天工端高

$hc > 0.5H$

hu；消波工下端高

$hu > 2.0H$

ここに、H；入射波高

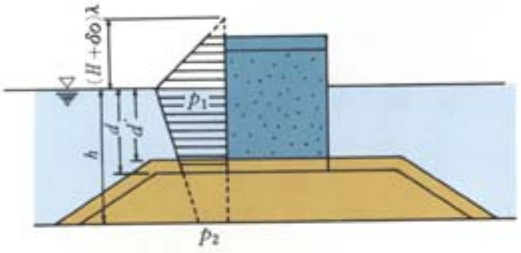


図－23

4）波圧算定式

（1）重複波圧

d′/$H_{1/3}$≧2の条件の時には、重複波が作用すると考え図－24に示すサンフルー波圧式を用います。



図－24　重複波圧作用図

$$P_1 = (P_2 + w_0 h)\left(\frac{H+\delta_0}{h+H+\delta_0}\right)$$

$$P_2 = \frac{w_0 H}{\cosh\frac{2\pi h}{L}}$$

$$\delta_0 = \frac{\pi H^2}{L}\cosh\frac{2\pi h}{L}$$

ここに　P_1 ：壁面に波の山があるときの静水面における波圧強度（t／m²）

P_2 ：堤体下端における波圧強度（t／m²）

w_0 ：海水の単位体積重量（t／m³）

δ_0 ：壁面における波高中分面の静水面上の高さ（m）

h ：堤体前面の水深（m）

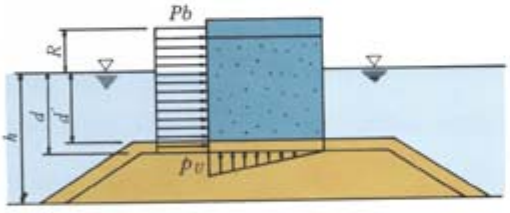
H ：堤体設置位置における進行波としての波高（m）

L ：水深hにおける波長（m）

（2）砕波圧

d′/$H_{1/3}$＜2の条件の時には、砕波が作用すると考え図－25に示す砕波公式を用います。

直立消波構造の場合、波力の低減効果を考慮することができます。



図－25　砕波圧作用図

$$P_b = 1.5\,a\,w_0 H$$

$$P_u = 1.25\,a\,w_0 H$$

ここに　P_b ：破波による波圧強度（t／m²）

P_u ：破波による揚圧力強度（t／m²）

a ：波圧減殺定数（＝0.8）

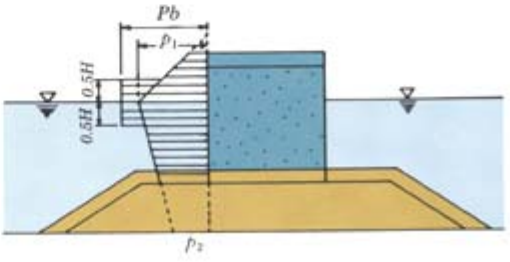
w_0 ：海水の単位体積重量（t／m³）

H ：堤体設置位置から5波高分沖までの区間の最高波高（m）

R ：砕波圧の静水面上の作用高さ（1.0H）

（3）重複波圧＋部分砕波圧

d′/$H_{1/3}$≧2の場合でも、波形勾配の大きな波には部分砕波が生じるために、図－26に示すサンフルー波圧式に部分砕波圧を考慮した波圧分布とします。

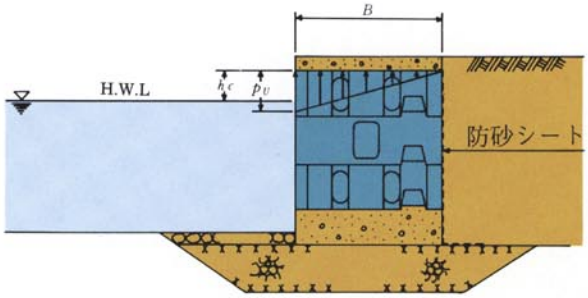


図－26　砕波圧作用図

C 上部工

1）上部工

クロスホロー方塊堤の上部工の安定検討において、設計高潮位と上部工下端とのクリアランス（*hc*）により、図－27に示すように、上部工へ局部的な揚圧力が作用するので、弊社の実験式を用いて揚圧力強度を求めます。



図－27

$P_u = 1.3 \cdot w0 \cdot Hi\ (1.0 - hc/Hi)$

ここに　P_u　；揚圧力強度（t／m²）

　　w_0　；海水の単位体積重量（t／m³）

　　hc　；クリアランス（m）

　　Hi　；波高（堤体設置での進行波としての最高波）（m）

安定検討は次式により求めます。安全率(*Fs*)は1.00以上とします。

$$Fs = \frac{W_1}{\frac{1}{2} \cdot P_u \cdot B} > 1.00$$

ここに　W_1；上部工重量（空中重量）（t／m）

　　B　；上部工幅（m）

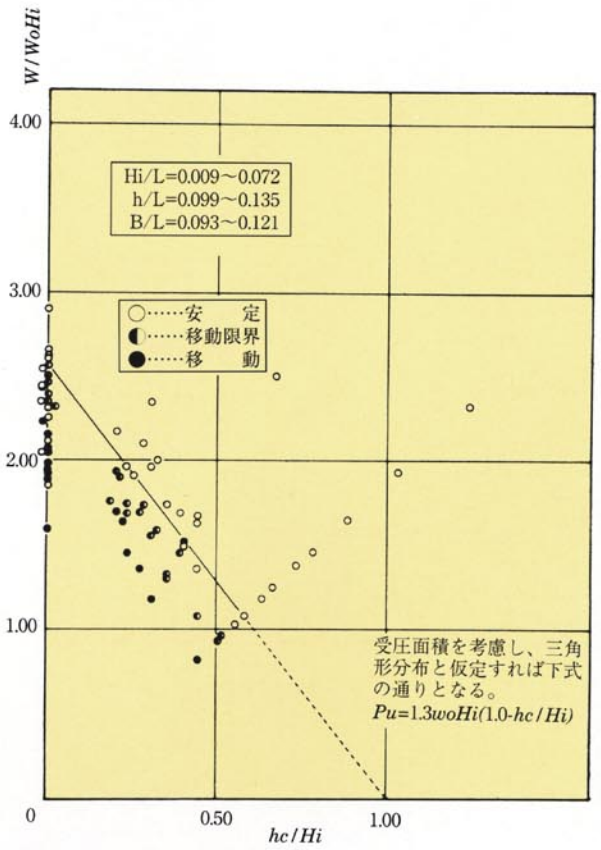
2）上部工と最上段クロスホロー方塊との一体化

揚圧力に対して上部工重量が安全率以下の場合は、最上段クロスホロー方塊と継鉄筋により一体化を図ります。抵抗重量としては、上部工重量と最上段クロスホロー方塊重量とします。安定検討は、次式により求めます。

$$Fs = \frac{W_1 + W_2}{\frac{1}{2} \cdot P_u \cdot B} > 1.00$$

ここに　W_1；上部工重量（空中重量）（t／m）

　　W_2；最上段クロスホロー方塊（空中重量＋水中重量）（t／m）



図－28

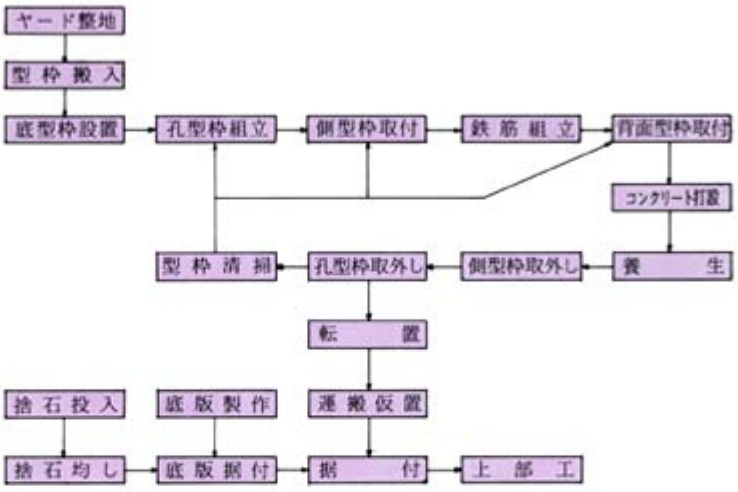
クロスホロー方塊の上部工に作用する波の揚圧力

6 クロスホローの施工

a 施工計画

実際に施行を進めるうえにおいてゆるがせないのが施工計画であります。採用決定されたクロスホロー方塊の種別、数量に基づき、製作方法、運搬方法及び据付方法等について現場状況を充分に考慮して施工計画を立案します。一般的な施工工程の順序を示すと以下の通りです。

施工工程の順序



図－29

b クロスホロー製作

(1) クロスホロー標準工程

コンクリート打込後、風雨、直射日光及び凍結等の影響によって養生期間を考慮する必要があります。側枠脱型(打設後48時間)、転置(打設後120時間)にした場合の制作サイクルは下表のようになります。

表－14 製作サイクル

日数	1	2	3	4	5	6	7
サイクル	組立打設	養生	養生	側枠脱型	養生	養生	転置

※冬季の場合、及び異形大型クロスホロー方塊については、上記日数に諸条件を考慮し脱型、転置の期間を加算する必要があります。

(2) 製作ヤード

製作ヤードには、作業を安全にかつ能率的に行なえるような充分なヤードで、型枠が不等沈下を生じたりしないような堅固な地盤が望まれます。製作ヤードの所要面積は、現場諸条件（必要製作工程、型枠数量、コンクリート打設方法、養生方法、諸機械の種類、クロスホロー方塊の種別及び製作個数等）によって異なりますが、標準的な所要面積は以下に示す通りです、さらに作業性を考えて水際線付近に選ぶと便利です。

①製作ヤード所要面積　A（m²）

$$A = A' \cdot c \cdot (d_1 + 1)$$

ここに　A；製作ヤード所要面積　（m²）

A'；1個当り実所要面積　（m²）

c；1日当り平均打設個数（個／日）

d_1；製作ヤード拘束日数、底枠脱型日数（日）

②転置、仮置ヤード必要面積　B（m²）

$$B = B_1 + B_2$$

$$B_1 = B' \cdot c \cdot m_1$$

$$B_2 = B' \cdot C \cdot m_2$$

ここに　B；転置、仮置ヤード必要面積（m²）

B_1；転置ヤード所要面積（m²）

B_2；仮置ヤード所要面積（m²）

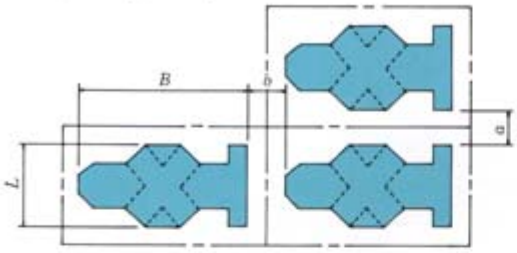
B'；転置、仮置ヤード個当り実所要面積（m²）

m_1；転置ヤードストック日数（日）（2～4日）

m_2；仮置ヤードストック日数（日）（15～25日）

③製作ヤード個当り実所要面積　A'（m²／個）

$A'=(L+a)(B+b)$

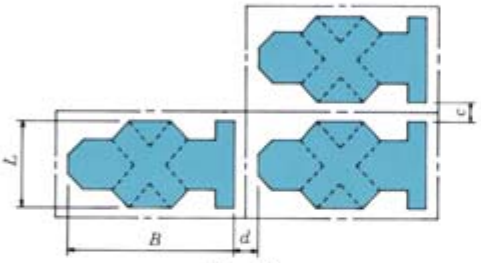


図－30

④転置、仮置ヤード個当り実所要面積　B'（m²／個）

1段積　　$B'=(L+C)(B+d)$

2段積（千鳥積）$B'=0.5\cdot L\cdot(B+d)$



図－31

表－15

種　別	実重量(t)	a (m)	b (m)	c (m)	d (m)
6.5ᵗ－A型	6.49	1.60	1.60	0.5	0.5
8ᵗ－A型	7.84	〃	〃	〃	〃
8ᵗ－50-A型	9.87	〃	〃	〃	〃
14ᵗ－A型	14.43	2.00	2.00	〃	〃
14ᵗ－50-A型	17.49	〃	〃	〃	〃
14ᵗ－70-A型	18.71	〃	〃	〃	〃
20ᵗ－A型	20.33	2.00	2.00	〃	〃
40ᵗ－A型	40.85	2.50	2.50	〃	〃
60ᵗ－A型	57.55	2.50	2.50	〃	〃

表－16

種　別	L(m)	B(m)	打設ヤード実所要面積A'(m²)	転置、仮置ヤード実所要面積B'(m²)	
				1 段 積	2段積(千鳥積)
6.5ᵗ－A型	1.58	2.83	14.1	6.9	2.6
8ᵗ－A型	1.58	3.50	16.2	8.3	3.2
8ᵗ－50-A型	1.58	4.00	17.8	9.4	3.6
14ᵗ－A型	1.94	4.30	24.8	11.7	4.7
14ᵗ－50-A型	1.94	4.80	26.8	12.9	5.1
14ᵗ－70-A型	1.94	5.00	27.6	13.4	5.3
20ᵗ－A型	1.94	6.00	31.5	15.9	6.3
40ᵗ－A型	2.72	6.10	44.9	21.3	9.0
60ᵗ－A型	2.72	8.50	57.4	29.0	12.2

(3)　型枠組立

①底型枠設置

底型枠は全型枠を正確に組み立て、かつ整形な方塊を製作するため必要な型枠で、コンクリート打設時に歪が生じない様に水平に設置しなければなりません。通常は地盤を均した後、H鋼、角材等を敷くか、又はベースコンクリートを打設し、底型枠を設置します。

写真－2

写真－3

②孔部型枠組立

孔部型枠は４本の円筒形からなり、内部からボルトナットで結合し一体化します。１本の円筒な２枚の曲面型枠を上下の楔型枠で結合したもので、脱型作業が簡単に出来ます。

孔部型枠は側型枠を固定し、タイバーの役目を兼ねています。

写真－4

③側面型枠組立

側面型枠は孔部型枠を骨格として組立てます。一般に組立作業は底型枠の上に側面型枠を順次に建込み、仮組みし、あらかじめ大組みした孔部型枠をクレーンを用いてセットした後にねじれ、ひずみのない事を確認して本締めします。

最後に幅止アングル、ホゾ型枠を所定の位置に取付けて組立ては、完了です。

写真－5

写真－6

(4) 鉄筋組立

鉄筋は主に型枠外で加工組立後に、型枠内の所定の位置にセットします。鉄筋のかぶりはスペーサーにより維持します。

(5) コンクリート打設

クロスホロー方塊堤（岸壁、護岸、防波堤等）は長年海水の作用等を受けるので、コンクリートの配合は所要強度、耐久性、水密性を得られるように配慮する必要があります。

通常は、次の様な配合を標準とします。

設計基準強度　f'ck＝18～24N／mm²

スランプ　8cm

粗骨材の最大寸法　25mm

打設方法は現場条件により種々考えられますが、一般的に次の方法があります。

①ミキサー車から直接打設する方法

②クレーンでホッパーを使用する方法

大型クロスホロー方塊は機械打設にて行ないます。尚、一度に同じ場所へ打ち込むと、型枠のひずみ、鉄筋の変形移動及びバイブレーション不足等が生じるので十分に留意して打設量を調節しながら施工する必要があります。

写真－7

(6) 天端均し及び養生

天端均しは、コンクリート打設後１～２時間経過後に行ない、凹凸のないように金コテで入念に仕上げます。

コンクリート打設後の養生は、直射日光や風雨を受けるとコンクリート表面の水分は急速に蒸発したり、表面が洗い流されたりするので、表面からの水分蒸発作用等を防止して、正常な水和作用が行なわれるようにする必要があります。

(7) 側型枠、孔部型枠脱型

型枠脱型の時期は、コンクリートの配合、構造物の種類、気象条件等により異なるが、コンクリート圧縮強度が5N／mm²程度になる時期を一つの目安とします。

通常は、コンクリート打設後、24～48時間で行ないます。

写真－8

写真－9

c クロスホロー転置、仮置

コンクリート打設後、コンクリート圧縮強度が12N／mm²以上になる時期を一つの目安とし、転置するまで日数は一般的に4～5日程度必要です。

転置されたクロスホロー方塊は、現場条件等によって陸上運搬又は海上運搬され、陸上又は水中仮置されます。

仮置に使用されるクレーン、起重機船、トラック、トレーラーは、作業性及び積載能力を充分に留意して選定することが必要です。クロスホロー方塊の運搬、仮置作業では、充分な強度が発生していない時期が多いので、クロスホロー方塊同志の接触等に充分な配慮が必要です。

写真－10

写真－11

d クロスホロー据付

クロスホロー方塊の据付は、千鳥積み方式を原則とし、目地間隔は表－17の値を基準として、精度よく行なうことが必要です。

クロスホロー方塊の据付は、多段積みとなるため、上部になるほど誤差が累積されるので、基礎捨石均し精度、底版方塊の据付精度を十分配慮して行なう必要があります。

端部には半塊ブロックが必要になります。

表－17

クロスホロー方塊種別	目地伸び
8t型	10mm以内
14t，20t型	10～20mm〃
40t，60t型	20～25mm〃

写真－12

写真－13

e 底版方塊

底版方塊は、荷重を基礎捨石の基面に一様に分布させることにより不等沈下の防止及び波浪による洗堀等に対処することが出来ます。設計基準強度は$f'ck=18\sim24N/mm^2$の範囲内で、現場諸条件を考慮して決めることが望ましく、吊り上げ時及び据付時に対応するために鉄筋で補強する場合もあります。

転置は、コンクリート打設後、一般的に1週間程度の養生期間が必要です。据付の水中部は潜水士の指示により、精度よく行なう必要があります。

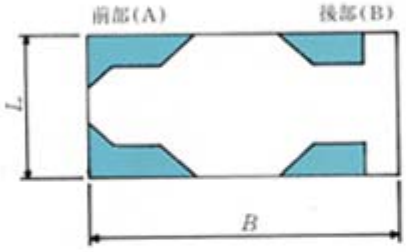
写真－14

f 上部工

クロスホロー方塊堤は上部工で延長方向の一体性を保ちます。設計基準強度は$f'ck=18\sim24N/mm^2$程度で一般に無筋コンクリート構造としますが、必要によっては鉄筋コンクリート構造とします。上部工が揚圧力に対して不安定な場合には継鉄筋を用いて最上段クロスホロー方塊と上部工の一体化を図ります。

1) 吊型枠工法

上部工の下面型枠は下図に示す斜線部分の面積が必要です。



図－32

表－18

単位：m²

種　別	(A)	(B)	計
6.5t-A型	0.28	0.57	0.85
8t-A型	0.81	0.57	1.38
14t-A型	1.23	0.87	2.10
40t-A型	2.41	1.68	4.09
20t-A型	1.23	2.30	3.53
60t-A型	2.41	4.46	6.87

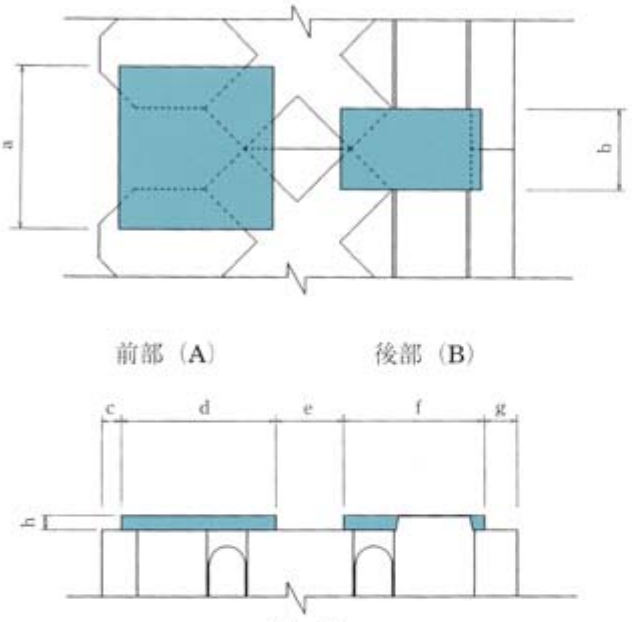
写真－15

写真－16

2) プレキャスト版工法

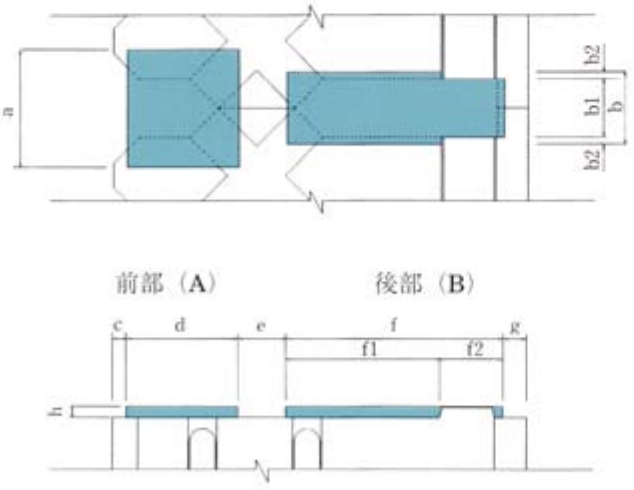
図－33、34に示すように前部（A）、後部（B）を事前に陸上製作ヤードで製作を行いクロスホローブロック設置後に上架させ底型枠と利用する方法です。

8t，14t，40t-A型



図－33

20t，60t-A型



図－34

写真－17

各部の寸法は表－19の値となります。

表－19

単位：m

種　別	a	b	b_1	b_2	c	d	e	f	f_1	f_2	g	h
8t-A型	1.39	0.69	－	－	0.20	1.33	0.50	1.21	－	－	0.26	0.15
14t-A型	1.69	0.85	－	－	0.20	1.61	0.70	1.45	－	－	0.34	0.15
40t-A型	2.32	1.18	－	－	0.20	2.23	1.16	1.94	－	－	0.57	0.20
20t-A型	1.69	1.05	0.85	0.10	0.20	1.61	0.70	3.15	2.24	0.91	0.34	0.15
60t-A型	2.32	1.38	1.18	0.10	0.20	2.23	1.16	4.34	3.10	1.24	0.57	0.20

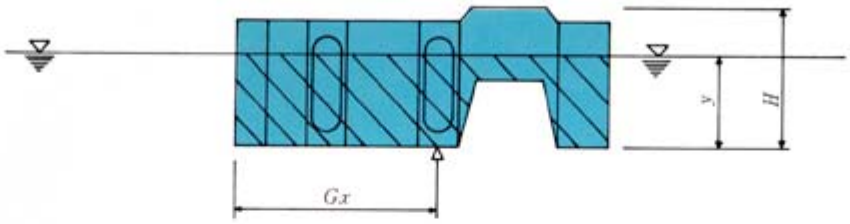
※hの寸法は上部工厚1m以内の厚さです。
※据付目地を考慮した形状寸法です。（P31表－17）

写真－18

7 層別体積及び重心位置

Ⅰ．クロスホロー方塊の層別体積及び重心位置

クロスホロー方塊の水中部体積（V）と水平方向の重心位置（Gx）



呼称 / 項目 / 高さ(m)	6.5^{t}－A型			8^{t}－A型			8^{t}－50-A型		
	△V	V	Gx	△V	V	Gx	△V	V	Gx
1.23	0.060	2.823	1.49	0.060	3.407	1.86	0.060	4.291	2.25
1.12	0.072	2.763	1.48	0.083	3.347	1.84	0.099	4.232	2.24
1.10	0.363	2.691	1.48	0.415	3.264	1.84	0.494	4.133	2.24
1.00	0.301	2.328	1.49	0.353	2.849	1.84	0.432	3.639	2.25
0.90	0.240	2.027	1.49	0.292	2.496	1.83	0.371	3.207	2.25
0.80	0.228	1.787	1.48	0.280	2.204	1.81	0.359	2.836	2.24
0.70	0.228	1.559	1.45	0.280	1.924	1.79	0.359	2.477	2.23
0.60	0.202	1.331	1.42	0.254	1.644	1.77	0.333	2.118	2.21
0.50	0.183	1.129	1.39	0.236	1.390	1.75	0.315	1.785	2.19
0.40	0.181	0.946	1.36	0.233	1.154	1.74	0.312	1.470	2.17
0.30	0.194	0.765	1.33	0.246	0.921	1.73	0.325	1.158	2.14
0.20	0.267	0.571	1.29	0.319	0.675	1.72	0.398	0.833	2.10
0.10	0.304	0.304	1.27	0.356	0.356	1.71	0.435	0.435	2.08

呼称 / 項目 / 高さ(m)	14⁴－A型			14⁴－50-A型			14⁴－70-A型		
	△V	V	Gx	△V	V	Gx	△V	V	Gx
1.51	0.117	6.275	2.29	0.117	7.604	2.68	0.117	8.135	2.83
1.37	0.437	6.158	2.26	0.505	7.487	2.67	0.532	8.018	2.82
1.30	0.624	5.721	2.26	0.721	6.982	2.68	0.759	7.486	2.83
1.20	0.508	5.097	2.26	0.605	6.261	2.68	0.644	6.727	2.84
1.10	0.441	4.589	2.25	0.538	5.656	2.68	0.577	6.083	2.84
1.00	0.422	4.148	2.23	0.519	5.118	2.67	0.558	5.506	2.83
0.90	0.421	3.726	2.22	0.518	4.599	2.66	0.557	4.948	2.82
0.80	0.421	3.305	2.19	0.518	4.081	2.64	0.556	4.391	2.80
0.70	0.371	2.884	2.16	0.468	3.563	2.62	0.507	3.835	2.78
0.60	0.355	2.513	2.15	0.452	3.095	2.60	0.491	3.328	2.76
0.50	0.350	2.158	2.14	0.447	2.643	2.58	0.486	2.837	2.74
0.40	0.357	1.808	2.13	0.454	2.196	2.55	0.493	2.351	2.71
0.30	0.397	1.451	2.12	0.494	1.742	2.52	0.532	1.858	2.67
0.20	0.519	1.054	2.11	0.616	1.248	2.49	0.655	1.326	2.63
0.10	0.535	0.535	2.10	0.632	0.632	2.47	0.671	0.671	2.61

呼称 / 項目 / 高さ(m)	20t－A型		
	△V	V	Gx
1.51	0.117	8.837	3.12
1.37	0.568	8.720	3.11
1.30	0.811	8.152	3.12
1.20	0.695	7.341	3.13
1.10	0.628	6.646	3.12
1.00	0.609	6.018	3.10
0.90	0.608	5.409	3.07
0.80	0.608	4.801	3.04
0.70	0.558	4.193	2.99
0.60	0.542	3.635	2.96
0.50	0.537	3.093	2.93
0.40	0.544	2.556	2.89
0.30	0.584	2.012	2.84
0.20	0.706	1.428	2.78
0.10	0.722	0.722	2.77

呼称 / 項目 / 高さ(m)	40t－A型			60t－A型		
	△V	V	Gx	△V	V	Gx
2.13	0.317	17.760	3.25	0.317	25.023	4.46
1.94	0.500	17.443	3.22	0.650	24.706	4.43
1.90	1.251	16.943	3.22	1.625	24.056	4.43
1.80	1.244	15.692	3.22	1.618	22.431	4.44
1.70	1.028	14.448	3.22	1.403	20.813	4.45
1.60	0.916	13.420	3.21	1.290	19.410	4.44
1.50	0.868	12.504	3.20	1.242	18.120	4.43
1.40	0.849	11.636	3.18	1.224	16.878	4.41
1.30	0.848	10.787	3.16	1.223	15.654	4.38
1.20	0.849	9.939	3.14	1.222	14.431	4.35
1.10	0.848	9.090	3.12	1.223	13.209	4.31
1.00	0.762	8.242	3.09	1.136	11.986	4.26
0.90	0.719	7.480	3.07	1.094	10.850	4.23
0.80	0.713	6.761	3.06	1.087	9.756	4.21
0.70	0.707	6.048	3.05	1.082	8.669	4.18
0.60	0.706	5.341	3.04	1.080	7.587	4.14
0.50	0.729	4.635	3.03	1.104	6.507	4.09
0.40	0.789	3.906	3.01	1.163	5.403	4.04
0.30	0.966	3.117	3.00	1.340	4.240	3.98
0.20	1.078	2.151	2.99	1.453	2.900	3.95
0.10	1.073	1.073	2.99	1.447	1.447	3.94

水理研究室

水理研究室は、消波構造体の技術的進歩に対応することを目的に設立され、既存構造体の妥当性の実験、新しい消波構造体の研究開発を主なテーマとしています。

海洋構造物は、理論的に把握できない多くの要素をもち、それらの要素を補うために実際構造物と同条件下での模型実験が必要です。また、従来より、重要構造物には模型実験で安全性、水理特性を確認しています。

水理研究室では、長さ47mの二次元造波水槽およびその附属施設からなる実験設備を使って、より安全で効果が高く、しかも経済的な構造物の研究開発に挑んでいます。

■実験水槽（二次元水槽）

寸法：幅1.0m×深さ1.2m×長さ47.0m

造波形式：ピストン式無反射造波装置

所要動力：1.5kw、DCサーボモーター

ボールスクリューによる駆動

■水槽性能

最大発生波高：30cm

発生周期：0.4～4.0sec

あとがき

本資料は港湾・海岸の現場で設計と施工を担当される技術者のため、弊社の基礎研究、設計、施工の経験をもとにしたデーターをとりまとめ、設計される場合、利用されやすいように作製したものであります。

なお弊社では、各種の設計、施工のデータをとりそろえておりますので、何卒ご利用のほど御願い申し上げます。

株式会社 不動テトラ

ブロック環境製品に関するお問い合わせ先

ブロック環境事業本部

本　　社	〒103-0016	東京都中央区日本橋小網町7-2(ぺんてるビル)	03-5644-8583
北海道支店	〒060-0001	北海道札幌市中央区北1条西7-3(北一条大和田ビル)	011-233-1640
東北支店	〒980-0803	宮城県仙台市青葉区国分町1-6-9(マニュライフプレイス仙台)	022-262-3411
東京本店	〒103-0016	東京都中央区日本橋小網町7-2(ぺんてるビル)	03-5644-8590
北陸支店	〒950-0078	新潟県新潟市中央区万代島5-1(新潟万代島ビル)	025-255-1171
中部支店	〒460-0008	愛知県名古屋市中区栄5-27-14(朝日生命名古屋栄ビル)	052-261-5132
大阪支店	〒542-0081	大阪府大阪市中央区南船場2-3-2(南船場ハートビル)	06-7711-5225
中国支店	〒730-0041	広島県広島市中区小町3-19(MG広島小町ビル)	082-248-0138
四国支店	〒760-0023	香川県高松市寿町2-2-10(高松寿町プライムビル)	087-821-1541
九州支店	〒812-0011	福岡県福岡市博多区博多駅前4-1-1(日本生命博多駅前第二ビル)	092-441-5760
総合技術研究所	〒300-0006	茨城県土浦市東中貫町2-7	029-831-7411

http://www.fudotetra.co.jp

17.8.1,000増