

### 5. 船種ごとの海面上高さ ( $H_{st}$ ) に関する解析-1

航路上における橋梁の設計や海上空港の制限表面との関係調整等に際して現実的に必要な値は、海面上から船舶の最高点までの高さ、すなわち海面上高さ ( $H_{st}$ ) である。ここでは、この海面上高さ ( $H_{st}$ ) を次式により算定する。

$$H_{st} = H_{kt} - \beta d \quad (4)$$

ここに

$H_{kt}$  : 全高

$H_{st}$  : 海面上高さ

$\beta$  : 喫水率

$d$  : 満載喫水

想定した対象船舶における全高 ( $H_{kt}$ ) と満載喫水 ( $d$ ) は基本的に不変である。しかしながら、航行中の実際の喫水は、貨物の積載状態等により変動し、その結果として海面上高さ ( $H_{st}$ ) も変動する。ここで、全高 ( $H_{kt}$ ) から満載喫水 ( $d$ ) を引いた場合の海面上高さ ( $H_{st}$ ) は最小値でしかないことから、この値により橋梁の桁高さや海上空港の制限表面を検討することは危険側の評価となる。

このため貨物の積載状態等により変動する喫水の状態を示す指標として喫水率 ( $\beta$ ) を導入する。すなわち、対象船舶が満載状態の場合の喫水率 ( $\beta$ ) は最大値 1.0 であり、満載以外の状態では、1.0 以下となる。当然に、**図 29** に示すように  $\beta$  が小さいほど、すなわち喫水が浅くなるほど海面上高さ ( $H_{st}$ ) は高くなり、橋梁等の対象となる構造物に対しては危険な状況となる。

以下の表 12~19 では、船種ごとにカバー率 50%, 75%, 95% について 4. で示された全高 ( $H_{kt}$ ) と既往の研究成果<sup>12)</sup> において示されている満載喫水 ( $d$ ) および喫水率 ( $\beta$ )

を 1.0~0.8 (間隔 0.05) とした場合の海面上高さ ( $H_{st}$ ) を算定した結果を示す。ただし、貨物船とコンテナ船だけはバラスト状態の影響が大きいことから 1.0~0.5 (間隔 0.1) までとした。

なお、具体的な  $\beta$  の設定は、3.3 で示している解析手法の留意点および貨物の積載状態の実績や計画、さらに船舶の航行時における船首トリム、船尾トリム等を踏まえて適切に設定することが必要である。

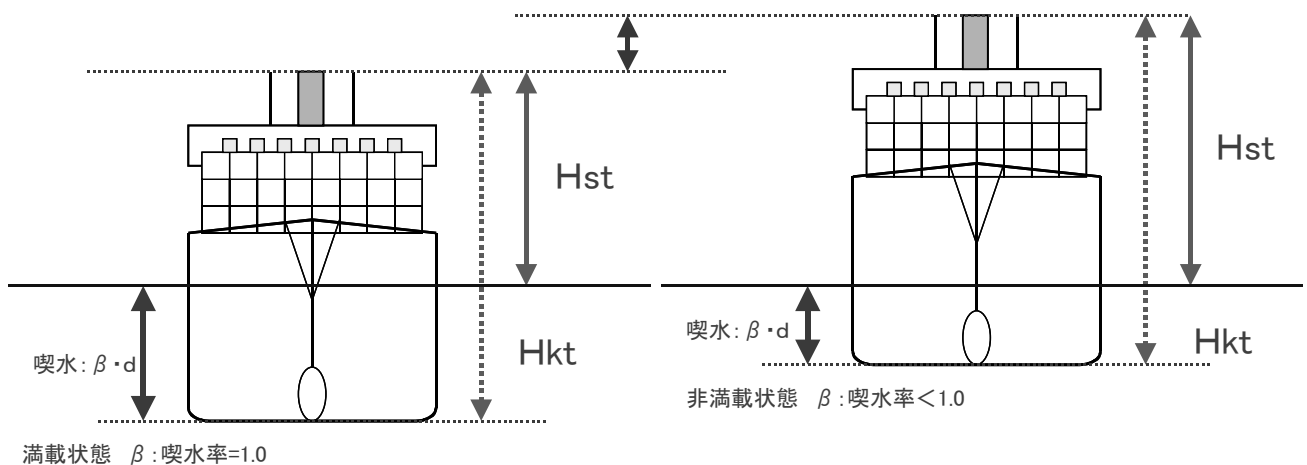


図 29 海面上高さ ( $H_{st}$ ) と喫水率

表 12 貨物船：喫水率（ $\beta$ ）に対応した海面上高さ（ $H_{st}$ ）

(単位:m)

カバー率	DWT	$H_{kt}$	d	$H_{st}=H_{kt}-\beta d$					
				$\beta=1.0$	$\beta=0.9$	$\beta=0.8$	$\beta=0.7$	$\beta=0.6$	$\beta=0.5$
50%	1,000	20.2	3.4	16.8	17.1	17.5	17.8	18.1	18.5
	2,000	24.8	4.3	20.5	20.9	21.3	21.8	22.2	22.6
	3,000	27.5	4.9	22.6	23.0	23.5	24.0	24.5	25.0
	5,000	30.8	5.8	25.0	25.6	26.2	26.8	27.3	27.9
	10,000	35.4	7.3	28.1	28.8	29.6	30.3	31.0	31.8
	12,000	36.6	7.8	28.8	29.6	30.4	31.2	31.9	32.7
	18,000	39.3	8.9	30.4	31.3	32.2	33.1	34.0	34.8
	30,000	42.7	10.0	32.7	33.7	34.7	35.7	36.7	37.7
	40,000	44.6	11.0	33.6	34.7	35.8	36.9	38.0	39.1
	55,000	46.7	12.2	34.5	35.7	36.9	38.1	39.4	40.6
	70,000	48.3	13.2	35.1	36.4	37.7	39.0	40.4	41.7
	90,000	49.9	14.3	35.6	37.1	38.5	39.9	41.4	42.8
	120,000	51.8	15.7	36.1	37.7	39.3	40.9	42.4	44.0
	150,000	53.3	16.9	36.4	38.1	39.8	41.5	43.2	44.9
75%	1,000	22.3	3.8	18.5	18.9	19.3	19.7	20.0	20.4
	2,000	26.9	4.8	22.1	22.6	23.1	23.5	24.0	24.5
	3,000	29.6	5.4	24.2	24.7	25.3	25.8	26.3	26.9
	5,000	33.0	6.4	26.6	27.2	27.8	28.5	29.1	29.8
	10,000	37.5	8.1	29.4	30.2	31.1	31.9	32.7	33.5
	12,000	38.7	8.6	30.1	31.0	31.9	32.7	33.6	34.4
	18,000	41.4	9.8	31.6	32.6	33.6	34.6	35.5	36.5
	30,000	44.8	10.5	34.3	35.3	36.4	37.4	38.5	39.5
	40,000	46.7	11.5	35.2	36.4	37.5	38.7	39.8	41.0
	55,000	48.8	12.8	36.0	37.3	38.6	39.8	41.1	42.4
	70,000	50.4	13.8	36.6	38.0	39.4	40.7	42.1	43.5
	90,000	52.1	15.0	37.1	38.6	40.1	41.6	43.1	44.6
	120,000	54.0	16.5	37.5	39.1	40.8	42.4	44.1	45.7
	150,000	55.4	17.7	37.7	39.5	41.3	43.0	44.8	46.6
95%	1,000	25.4	4.4	21.0	21.4	21.9	22.3	22.7	23.2
	2,000	30.0	5.5	24.5	25.0	25.6	26.1	26.7	27.2
	3,000	32.6	6.3	26.3	27.0	27.6	28.2	28.9	29.5
	5,000	36.0	7.4	28.6	29.4	30.1	30.8	31.6	32.3
	10,000	40.6	9.3	31.3	32.2	33.2	34.1	35.0	35.9
	12,000	41.8	9.9	31.9	32.9	33.9	34.9	35.9	36.9
	18,000	44.5	11.3	33.2	34.3	35.4	36.6	37.7	38.8
	30,000	47.9	11.2	36.7	37.8	38.9	40.0	41.1	42.3
	40,000	49.8	12.3	37.5	38.7	39.9	41.2	42.4	43.6
	55,000	51.9	13.7	38.2	39.5	40.9	42.3	43.6	45.0
	70,000	53.5	14.8	38.7	40.1	41.6	43.1	44.6	46.1
	90,000	55.1	16.0	39.1	40.7	42.3	43.9	45.5	47.1
	120,000	57.0	17.6	39.4	41.2	42.9	44.7	46.5	48.2
	150,000	58.5	18.9	39.6	41.5	43.4	45.3	47.2	49.0

表 13 コンテナ船：喫水率（ $\beta$ ）に対応した海面上高さ（ $H_{st}$ ）

（単位：m）

カバー率	DWT	$H_{kt}$	d	$H_{st}=H_{kt}-\beta d$				
				$\beta=1.0$	$\beta=0.95$	$\beta=0.9$	$\beta=0.85$	$\beta=0.8$
50%	10,000	40.5	7.6	32.9	33.3	33.7	34.1	34.5
	20,000	46.6	9.5	37.1	37.5	38.0	38.5	39.0
	30,000	50.1	10.8	39.3	39.8	40.4	40.9	41.4
	40,000	52.6	11.7	40.9	41.5	42.0	42.6	43.2
	50,000	54.5	12.3	42.2	42.8	43.4	44.1	44.7
	60,000	56.1	13.1	43.0	43.6	44.3	45.0	45.6
	100,000	60.5	14.6	46.0	46.7	47.4	48.2	48.9
75%	10,000	42.5	7.9	34.6	35.0	35.4	35.8	36.2
	20,000	48.6	9.9	38.7	39.2	39.7	40.2	40.6
	30,000	52.1	11.2	40.9	41.4	42.0	42.6	43.1
	40,000	54.6	12.1	42.5	43.1	43.7	44.3	44.9
	50,000	56.5	12.7	43.9	44.5	45.1	45.8	46.4
	60,000	58.1	13.4	44.7	45.4	46.1	46.8	47.4
	100,000	62.5	14.7	47.9	48.6	49.3	50.1	50.8
95%	10,000	45.4	8.3	37.1	37.6	38.0	38.4	38.8
	20,000	51.5	10.4	41.1	41.6	42.1	42.6	43.1
	30,000	55.0	11.9	43.1	43.7	44.3	44.9	45.5
	40,000	57.5	12.7	44.8	45.5	46.1	46.7	47.4
	50,000	59.4	13.2	46.3	46.9	47.6	48.2	48.9
	60,000	61.0	13.7	47.3	48.0	48.7	49.3	50.0
	100,000	65.4	14.9	50.6	51.3	52.1	52.8	53.5

表 14 タンカー：喫水率（ $\beta$ ）に対応した海面上高さ（ $H_{st}$ ）

（単位：m）

カバー率	DWT	$H_{kt}$	d	$H_{st}=H_{kt}-\beta d$					
				$\beta=1.0$	$\beta=0.9$	$\beta=0.8$	$\beta=0.7$	$\beta=0.6$	$\beta=0.5$
50%	50,000	39.1	10.9	28.2	29.3	30.4	31.5	32.6	33.7
	70,000	43.9	12.3	31.6	32.9	34.1	35.3	36.5	37.8
	90,000	47.5	13.5	34.0	35.4	36.7	38.1	39.4	40.8
	100,000	49.0	14.0	35.0	36.4	37.8	39.2	40.6	42.0
	150,000	54.8	16.4	38.4	40.0	41.7	43.3	44.9	46.6
	300,000	64.7	21.3	43.4	45.5	47.6	49.8	51.9	54.0
75%	50,000	41.1	12.0	29.1	30.3	31.5	32.7	33.9	35.1
	70,000	45.9	12.9	33.0	34.3	35.6	36.9	38.2	39.5
	90,000	49.5	14.2	35.3	36.7	38.2	39.6	41.0	42.4
	100,000	51.0	14.8	36.2	37.7	39.2	40.7	42.1	43.6
	150,000	56.8	17.2	39.6	41.3	43.0	44.8	46.5	48.2
	300,000	66.7	22.4	44.3	46.5	48.8	51.0	53.2	55.5
95%	50,000	44.1	13.8	30.3	31.6	33.0	34.4	35.8	37.2
	70,000	48.9	13.8	35.1	36.4	37.8	39.2	40.6	42.0
	90,000	52.4	15.2	37.2	38.8	40.3	41.8	43.3	44.8
	100,000	53.9	15.8	38.1	39.7	41.3	42.9	44.5	46.0
	150,000	59.7	18.5	41.2	43.1	44.9	46.8	48.6	50.5
	300,000	69.6	24.0	45.6	48.0	50.4	52.8	55.2	57.6

表 15 RORO 船：喫水率（ $\beta$ ）に対応した海面上高さ（ $H_{st}$ ）

(単位:m)

カバー率	GT	$H_{kt}$	d	$H_{st}=H_{kt}-\beta d$				
				$\beta=1.0$	$\beta=0.95$	$\beta=0.9$	$\beta=0.85$	$\beta=0.8$
50%	3,000	28.5	3.9	24.6	24.8	25.0	25.2	25.4
	5,000	32.4	4.7	27.7	28.0	28.2	28.4	28.7
	10,000	37.7	5.9	31.8	32.1	32.4	32.7	33.0
	20,000	42.9	7.4	35.5	35.9	36.3	36.7	37.0
	40,000	48.2	9.5	38.7	39.2	39.7	40.1	40.6
	60,000	51.3	9.5	41.8	42.3	42.7	43.2	43.7
75%	3,000	31.7	4.6	27.1	27.4	27.6	27.8	28.1
	5,000	35.6	5.5	30.1	30.4	30.7	30.9	31.2
	10,000	40.9	6.9	34.0	34.3	34.7	35.0	35.4
	20,000	46.1	8.7	37.4	37.9	38.3	38.7	39.2
	40,000	51.4	9.7	41.7	42.2	42.7	43.1	43.6
	60,000	54.5	9.7	44.8	45.3	45.7	46.2	46.7
95%	3,000	36.3	5.9	30.4	30.7	31.0	31.3	31.6
	5,000	40.2	7.0	33.2	33.6	33.9	34.3	34.6
	10,000	45.5	8.8	36.7	37.1	37.6	38.0	38.4
	20,000	50.7	11.0	39.7	40.3	40.8	41.4	41.9
	40,000	56.0	9.9	46.1	46.6	47.1	47.6	48.1
	60,000	59.1	9.9	49.2	49.7	50.2	50.7	51.1

表 16 PCC 船：喫水率（ $\beta$ ）に対応した海面上高さ（ $H_{st}$ ）

(単位:m)

カバー率	GT	$H_{kt}$	d	$H_{st}=H_{kt}-\beta d$				
				$\beta=1.0$	$\beta=0.95$	$\beta=0.9$	$\beta=0.85$	$\beta=0.8$
50%	3,000	26.9	4.2	22.7	23.0	23.2	23.4	23.6
	5,000	30.8	4.8	26.0	26.2	26.5	26.7	27.0
	12,000	37.4	6.1	31.3	31.6	31.9	32.3	32.6
	20,000	41.3	7.1	34.2	34.6	34.9	35.3	35.6
	30,000	44.4	7.9	36.5	36.9	37.3	37.7	38.1
	40,000	46.5	8.8	37.7	38.2	38.6	39.1	39.5
	60,000	49.6	9.9	39.7	40.2	40.7	41.2	41.7
75%	3,000	29.6	4.7	24.9	25.2	25.4	25.6	25.9
	5,000	33.5	5.4	28.1	28.4	28.6	28.9	29.2
	12,000	40.1	6.8	33.3	33.7	34.0	34.3	34.7
	20,000	44.0	7.9	36.1	36.5	36.9	37.3	37.7
	30,000	47.0	8.8	38.2	38.7	39.1	39.6	40.0
	40,000	49.2	9.3	39.9	40.4	40.9	41.3	41.8
	60,000	52.3	10.4	41.9	42.4	42.9	43.4	44.0
95%	3,000	33.5	5.5	28.0	28.3	28.5	28.8	29.1
	5,000	37.3	6.4	30.9	31.3	31.6	31.9	32.2
	12,000	44.0	8.1	35.9	36.3	36.7	37.1	37.5
	20,000	47.8	9.3	38.5	39.0	39.5	39.9	40.4
	30,000	50.9	10.4	40.5	41.0	41.5	42.1	42.6
	40,000	53.1	10.0	43.1	43.6	44.1	44.6	45.1
	60,000	56.2	11.2	45.0	45.5	46.1	46.6	47.2

表 17 LPG 船：喫水率（ $\beta$ ）に対応した海面上高さ（ $H_{st}$ ）

（単位：m）

カバー率	GT	$H_{kt}$	d	$H_{st}=H_{kt}-\beta d$				
				$\beta=1.0$	$\beta=0.95$	$\beta=0.9$	$\beta=0.85$	$\beta=0.8$
50%	3,000	29.8	5.7	24.1	24.4	24.7	25.0	25.2
	5,000	33.5	6.6	26.9	27.2	27.5	27.8	28.2
	10,000	38.4	8.0	30.4	30.8	31.2	31.6	32.0
	20,000	43.4	9.7	33.7	34.1	34.6	35.1	35.6
	30,000	46.3	10.9	35.4	35.9	36.4	37.0	37.5
	40,000	48.3	11.9	36.4	37.0	37.6	38.2	38.8
	50,000	49.9	12.6	37.3	37.9	38.6	39.2	39.8
75%	3,000	31.2	6.3	24.9	25.3	25.6	25.9	26.2
	5,000	34.9	7.3	27.6	28.0	28.3	28.7	29.0
	10,000	39.8	8.9	30.9	31.4	31.8	32.3	32.7
	20,000	44.8	10.8	34.0	34.5	35.1	35.6	36.2
	30,000	47.7	12.1	35.6	36.2	36.8	37.4	38.0
	40,000	49.8	13.1	36.7	37.3	38.0	38.6	39.3
	60,000	51.3	14.0	37.3	38.0	38.7	39.4	40.1
95%	3,000	33.3	7.3	26.0	26.4	26.7	27.1	27.5
	5,000	37.0	8.4	28.6	29.0	29.4	29.8	30.2
	10,000	41.9	10.3	31.6	32.1	32.6	33.2	33.7
	20,000	46.9	12.5	34.4	35.0	35.6	36.2	36.9
	30,000	49.8	14.0	35.8	36.5	37.2	37.9	38.6
	40,000	51.8	15.2	36.6	37.4	38.1	38.9	39.7
	60,000	53.4	16.2	37.2	38.0	38.8	39.6	40.5

表 18 LNG 船：喫水率（ $\beta$ ）に対応した海面上高さ（ $H_{st}$ ）

（単位：m）

カバー率	GT	$H_{kt}$	d	$H_{st}=H_{kt}-\beta d$				
				$\beta=1.0$	$\beta=0.95$	$\beta=0.9$	$\beta=0.85$	$\beta=0.8$
50%	80,000	54.0	11.0	43.0	43.5	44.1	44.6	45.2
	100,000	60.9	11.6	49.3	49.9	50.5	51.1	51.7
	120,000	66.6	12.1	54.5	55.1	55.7	56.3	56.9
75%	80,000	58.3	11.5	46.8	47.4	48.0	48.5	49.1
	100,000	65.2	12.1	53.1	53.8	54.4	55.0	55.6
	120,000	70.9	12.6	58.3	58.9	59.6	60.2	60.8
95%	80,000	64.5	12.3	52.2	52.8	53.5	54.1	54.7
	100,000	71.5	13.0	58.5	59.1	59.8	60.4	61.1
	120,000	77.1	13.5	63.6	64.3	65.0	65.7	66.3

表 19 旅客船：喫水率（ $\beta$ ）に対応した海面上高さ（ $H_{st}$ ）

(単位:m)

カバー率	GT	$H_{kt}$	d	$H_{st}=H_{kt}-\beta d$				
				$\beta=1.0$	$\beta=0.95$	$\beta=0.9$	$\beta=0.85$	$\beta=0.8$
50%	3,000	28.2	3.4	24.8	25.0	25.1	25.3	25.5
	5,000	32.7	4.0	28.7	28.9	29.1	29.3	29.5
	10,000	38.8	5.0	33.8	34.1	34.3	34.6	34.8
	20,000	45.0	7.0	38.0	38.3	38.7	39.0	39.4
	30,000	48.6	7.0	41.6	41.9	42.3	42.6	43.0
	50,000	53.1	7.0	46.1	46.4	46.8	47.1	47.5
	70,000	56.1	8.0	48.1	48.5	48.9	49.3	49.7
	100,000	59.2	8.0	51.2	51.6	52.0	52.4	52.8
75%	3,000	32.4	4.3	28.1	28.3	28.5	28.7	29.0
	5,000	36.9	5.0	31.9	32.2	32.4	32.7	32.9
	10,000	43.1	6.4	36.7	37.0	37.3	37.6	37.9
	20,000	49.2	7.8	41.4	41.8	42.2	42.6	42.9
	30,000	52.8	7.8	45.0	45.4	45.8	46.1	46.5
	50,000	57.3	7.8	49.5	49.9	50.3	50.7	51.1
	70,000	60.3	8.1	52.2	52.6	53.0	53.4	53.8
	100,000	63.4	8.1	55.3	55.7	56.1	56.5	56.9
95%	3,000	38.5	6.1	32.4	32.7	33.0	33.3	33.6
	5,000	43.0	7.2	35.8	36.1	36.5	36.9	37.2
	10,000	49.1	9.1	40.0	40.5	40.9	41.4	41.8
	20,000	55.2	8.9	46.3	46.8	47.2	47.7	48.1
	30,000	58.8	8.9	49.9	50.4	50.8	51.3	51.7
	50,000	63.4	8.9	54.5	54.9	55.3	55.8	56.2
	70,000	66.3	8.3	58.0	58.4	58.9	59.3	59.7
	100,000	69.5	8.3	61.2	61.6	62.0	62.4	62.8

