

6. 船種ごとの海面上高さ (H_{st}) に関する解析-2

5. では、個別に分析された全高(H_{kt})と満載喫水(d)の値を用いて海面上高さ(H_{st})を推計する手法を示した。これに対して、ここでは船舶ごとの全高(H_{kt})と満載喫水(d)から直接に満載状態の海面上高さ(H_{st})を算定して、次にこのデータに対して3. で提示した統計解析手法を適用することで海面上高さ(H_{st})を直接に推計する。

このために、全高(H_{kt})のデータを有する LRF Data と満載喫水 (d) を有する LMIU Data を IMO No.により基礎データの統合を実施した。ここで解析対象となる全高(H_{kt})および満載喫水 (d) のデータを有する船舶隻数を船種ごとに表 20 に示す。この基礎データから、 $H_{st} (=H_{kt} - d)$ の基礎データを独自に構築した。

なお、航路上の橋梁の設計や海上空港の制限表面の設定に際して現実的に用いる場合には、3.3 で示している解析手法の留意点および、ここで示す H_{st} が最小値であることから、対象船舶における満載喫水と航行時の実際の喫水との比率等を踏まえて安全率 γ (≥ 1.0) を適用することが必要である。ここで単純な $H_{st} (=H_{kt} - d)$ の結果は、5. での喫水率 (β) = 1.0 の結果と同等の概念である。この両者を比較するために、横軸に喫水率 (β) = 1.0 の結果との比較を示している。一部の船種で大型船や小型船において不整合がみられるものの概ね一致していることが確認される。

以下に4. と同様に船種ごとの解析結果を示す。

表 20 全高(H_{kt})および満載喫水 (d) を有する船舶隻数

船種	隻数
貨物船	568
コンテナ船	304
タンカー	1,140
RORO船	310
PCC船	84
LPG船	357
LNG船	73
旅客船	73

6.1 貨物船

貨物船の海面上高さ(H_{st})データの分布図を図 30-1 に示す。次に $\pm 2\sigma$ を超える領域のデータを排除するための片対数回帰分析による結果を図 30-2 に示す。さらに、 $\pm 2\sigma$ を超える領域を排除した後の解析対象データに対して片対数回帰分析手法を適用して得られた回帰分析の結果を図 30-3 に示す。図 30-3 の横軸の対数表示を真数として表示した結果を図 30-4 に示す。この図 30-3, 4 ではカバー率 50%, 75%, 95% の回帰式の結果を表示していると同時に、図 30-3 では決定係数の値 (0.721) と各カバー率の回帰式の係数を併せて示す。この図 30-4 から貨物船に関しては有意な回帰式が得られていると判断できる。

したがって、ここで得られた回帰式をもとに「技術基準」と同様に設定した船階級に対応したカバー率 50%, 75%, 95% の全高の値について算定した結果を表 21 に示す。

この表 21 の結果は、5. での喫水率 (β) = 1.0 の結果と同等の概念である。この両者を比較するために、横

軸に喫水率 (β) = 1.0 の結果を示し、縦軸に表 21 の結果を示した結果を図 30-5 に示す。なお、両者の区分を明確にするために横軸での $H_{kt}-1.0d$ の表示に対して、縦軸は ($H_{kt}-d$) と表示している。

表 21 海面上高さ (H_{st}) の解析結果 (貨物船)

載貨重量トン数DWT (トン)	50% (m)	75% (m)	95% (m)
1,000	18.8	20.9	23.9
2,000	21.4	23.5	26.6
3,000	22.9	25.0	28.1
5,000	24.8	27.0	30.0
10,000	27.5	29.6	32.6
12,000	28.1	30.3	33.3
18,000	29.7	31.8	34.9
30,000	31.6	33.7	36.8
40,000	32.7	34.8	37.9
55,000	33.9	36.0	39.1
70,000	34.8	36.9	40.0
90,000	35.8	37.9	40.9
120,000	36.8	39.0	42.0
150,000	37.7	39.8	42.9

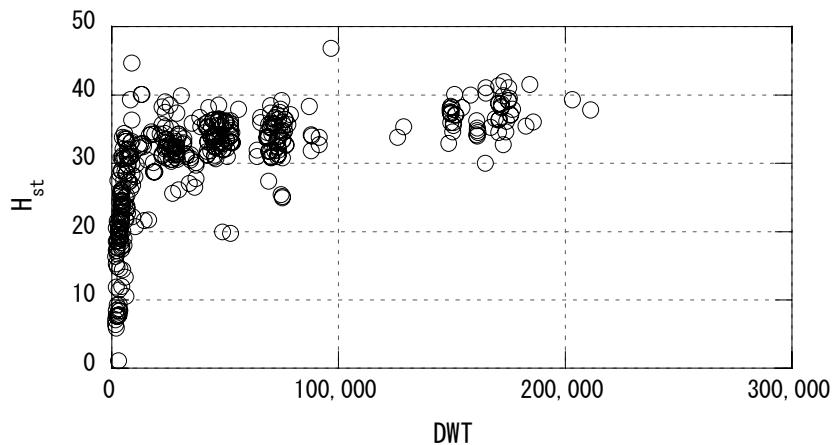


図 30-1 H_{st} データの分布状況 (貨物船)

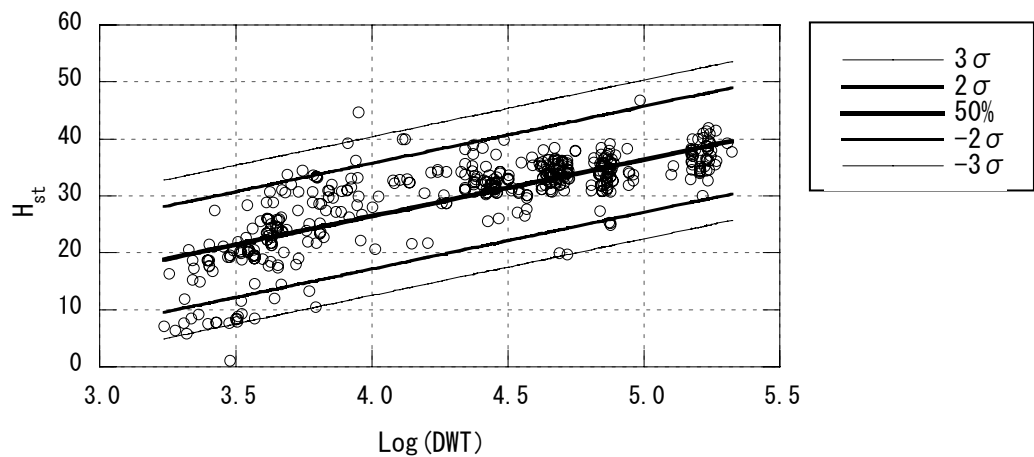


図 30-2 H_{st} 一片対数回帰分析 (貨物船)

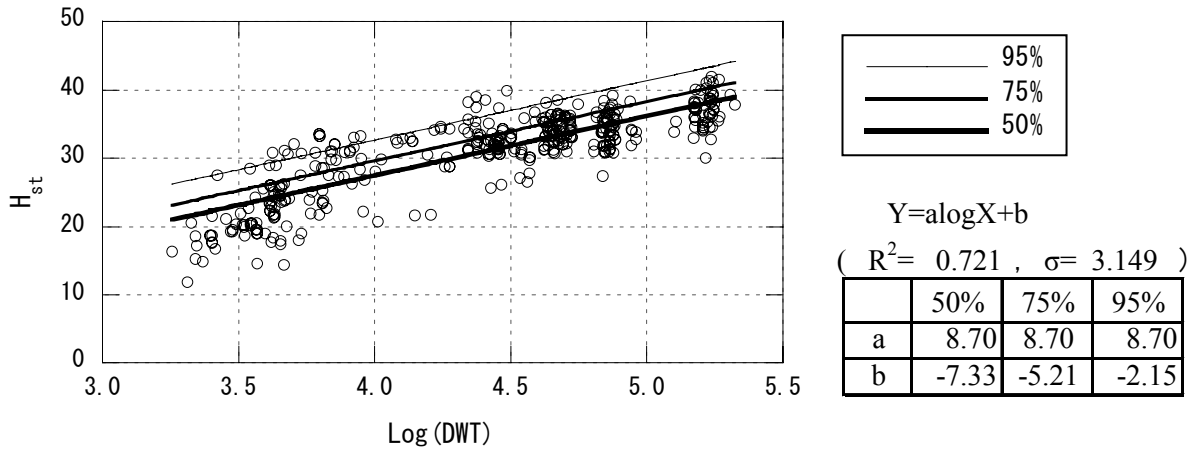


図 30-3 H_{st} —片対数回帰分析の結果①： $\pm 2\sigma$ 超データの排除後（貨物船）

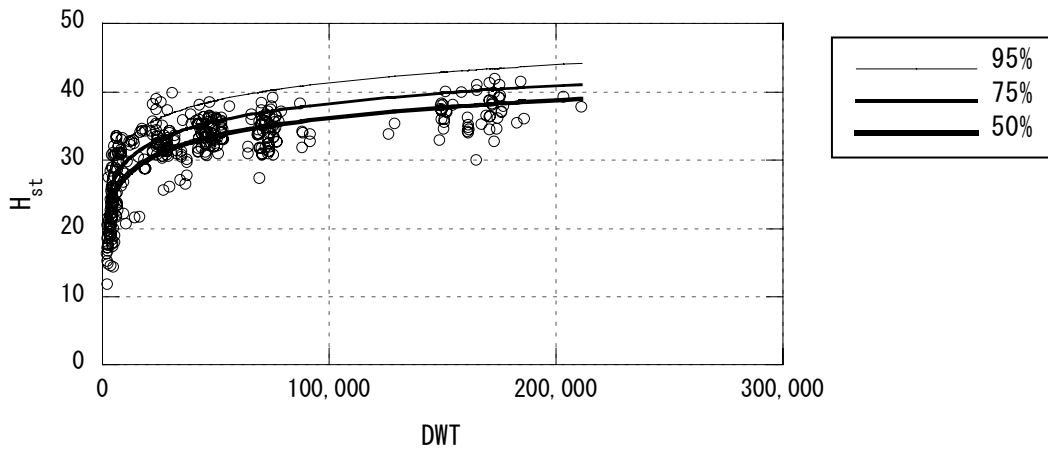


図 30-4 H_{st} —片対数回帰分析の結果②： $\pm 2\sigma$ 超データの排除後（貨物船）

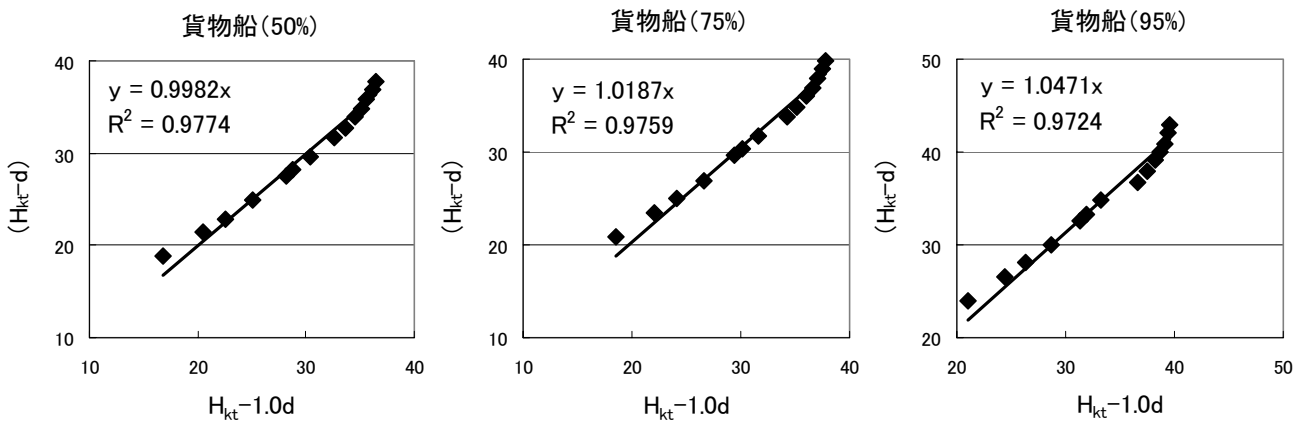


図 30-5 喫水率 (β) = 1.0 との比較

6.2 コンテナ船

コンテナ船の海面上高さ(H_{st})データの分布図を図 31-1 に示す。次に $\pm 2\sigma$ を超える領域のデータを排除するための片対数回帰分析による結果を図 31-2 に示す。さらに、 $\pm 2\sigma$ を超える領域を排除した後の解析対象データに対して片対数回帰分析手法を適用して得られた回帰分析の結果を図 31-3 に示す。図 31-3 の横軸の対数表示を真数として表示した結果を図 31-4 に示す。この図 31-3, 4 ではカバー率 50%, 75%, 95% の回帰式の結果を表示していると同時に、図 31-3 では決定係数の値 (0.724) と各カバー率の回帰式の係数を併せて示す。この図 31-4 からコンテナ船に関しては有意な回帰式が得られていると判断できる。

したがって、ここで得られた回帰式をもとに「技術基準」と同様に設定した船階級に対応したカバー率 50%, 75%, 95% の全高の値について算定した結果を表 22 に示す。

この表 22 の結果は、5. の喫水率 (β) = 1.0 の結果と同等の概念である。この両者を比較するために、横軸に喫水率 (β) = 1.0 の結果を示し、縦軸に表 22 の結果を示した結果を図 31-5 に示す。なお、両者の区分を明確にするために横軸での $H_{kt} - 1.0d$ の表示に対して、縦軸は ($H_{kt} - d$) と表示している。

表 22 海面上高さ (H_{st}) の解析結果 (コンテナ船)

載貨重量トン数DWT (トン)	50% (m)	75% (m)	95% (m)
10,000	32.6	34.5	37.4
20,000	36.7	38.7	41.5
30,000	39.1	41.1	43.9
40,000	40.8	42.8	45.6
50,000	42.1	44.1	47.0
60,000	43.2	45.2	48.0
100,000	46.2	48.2	51.1

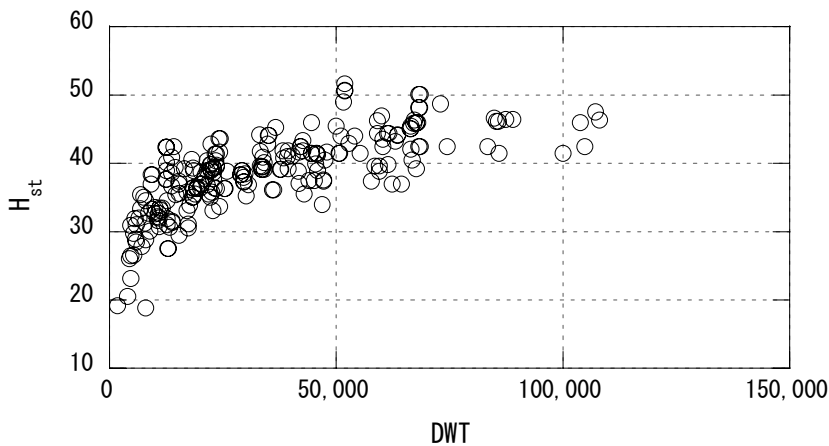


図 31-1 H_{st} データの分布状況 (コンテナ船)

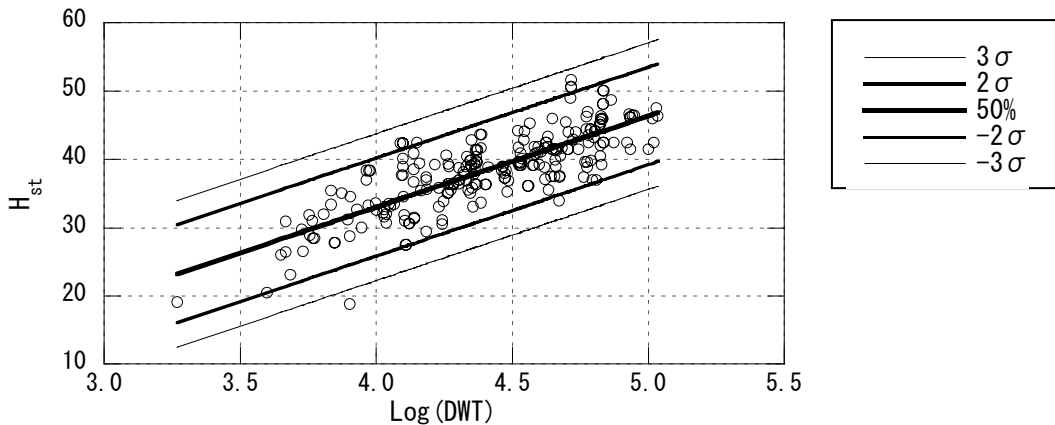


図 31-2 H_{st} 片対数回帰分析 (コンテナ船)

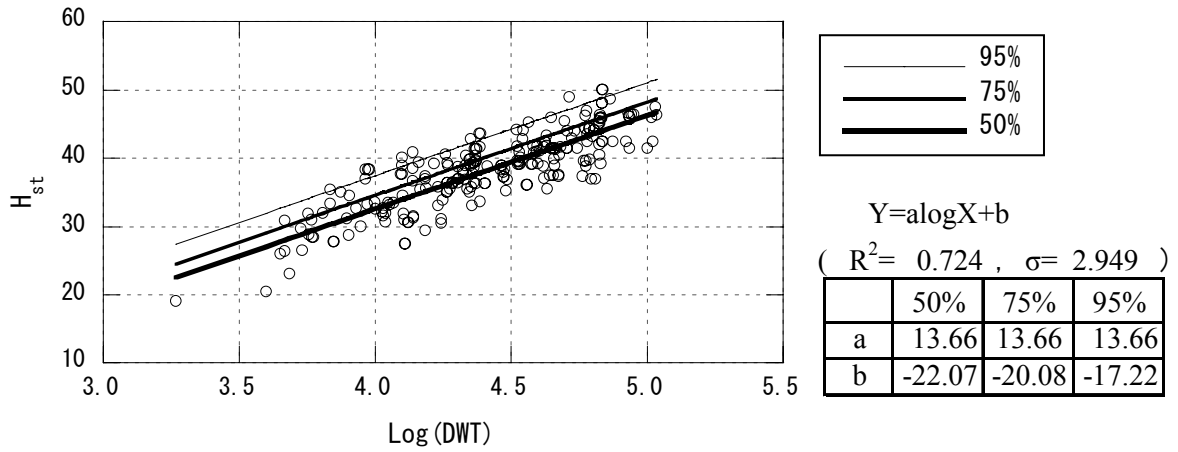


図 31-3 H_{st} —片対数回帰分析の結果①： $\pm 2\sigma$ 超データの排除後（コンテナ船）

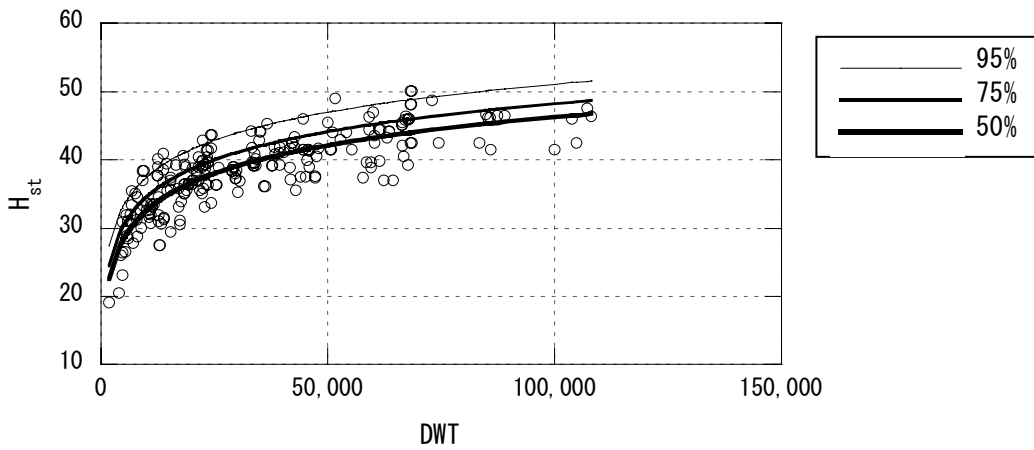


図 31-4 H_{st} —片対数回帰分析の結果②： $\pm 2\sigma$ 超データの排除後（コンテナ船）

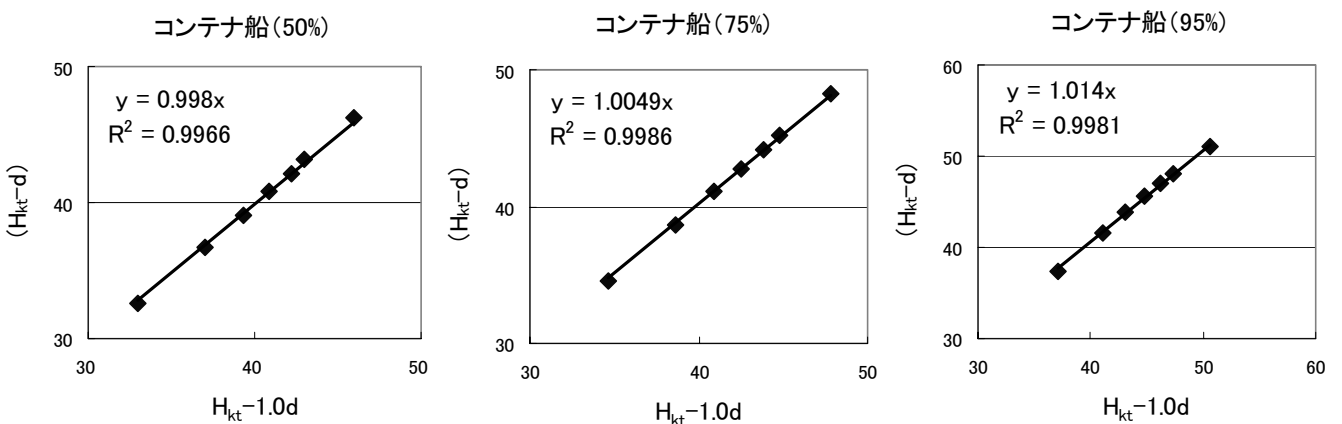


図 31-5 喫水率 (β) = 1.0 との比較

6.3 タンカー

タンカーの海面上高さ(H_{st})データの分布図を図 32-1 に示す。次に $\pm 2\sigma$ を超える領域のデータを排除するための片対数回帰分析による結果を図 32-2 に示す。さらに、 $\pm 2\sigma$ を超える領域を排除した後の解析対象データに対して片対数回帰分析手法を適用して得られた回帰分析の結果を図 32-3 に示す。図 32-3 の横軸の対数表示を真数として表示した結果を図 32-4 に示す。この図 32-3, 4 ではカバー率 50%, 75%, 95% の回帰式の結果を表示しているとともに、図 32-3 では決定係数の値 (0.673) と各カバー率の回帰式の係数を併せて示す。この図 32-4 からタンカーに関しては有意な回帰式が得られていると判断できる。

したがって、ここで得られた回帰式をもとに「技術基準」と同様に設定した船階級に対応したカバー率 50%, 75%, 95% の全高の値について算定した結果を表 23 に示す。

この表 23 の結果は、5. の喫水率 (β) = 1.0 の結

果と同等の概念である。この両者を比較するために、横軸に喫水率 (β) = 1.0 の結果を示し、縦軸に表 23 の結果を示した結果を図 32-5 に示す。なお、両者の区分を明確にするために横軸での $H_{kt} - 1.0d$ の表示に対して、縦軸は ($H_{kt} - d$) と表示している。

表 23 海面上高さ (H_{st}) の解析結果 (タンカー)

載貨重量トン数DWT (トン)	50% (m)	75% (m)	95% (m)
10,000	16.7	18.6	21.3
15,000	19.9	21.8	24.5
20,000	22.1	24.0	26.8
30,000	25.3	27.2	30.0
50,000	29.3	31.2	34.0
70,000	32.0	33.9	36.6
90,000	33.9	35.8	38.6
100,000	34.7	36.6	39.4
150,000	37.9	39.8	42.6
300,000	43.4	45.3	48.0

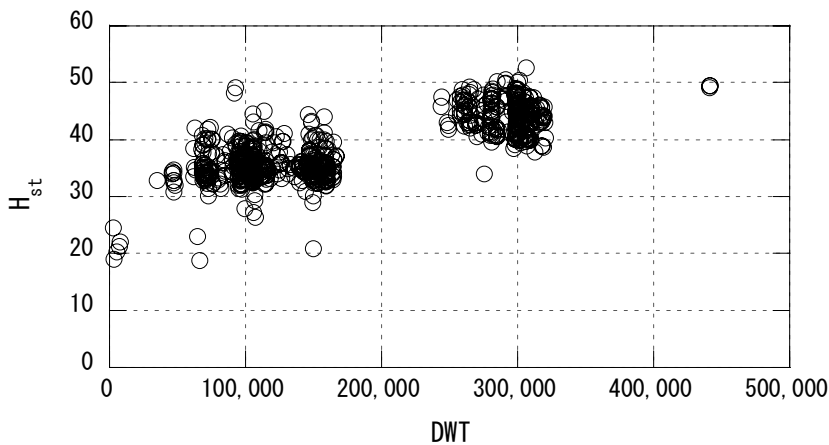


図 32-1 H_{st} データの分布状況 (タンカー)

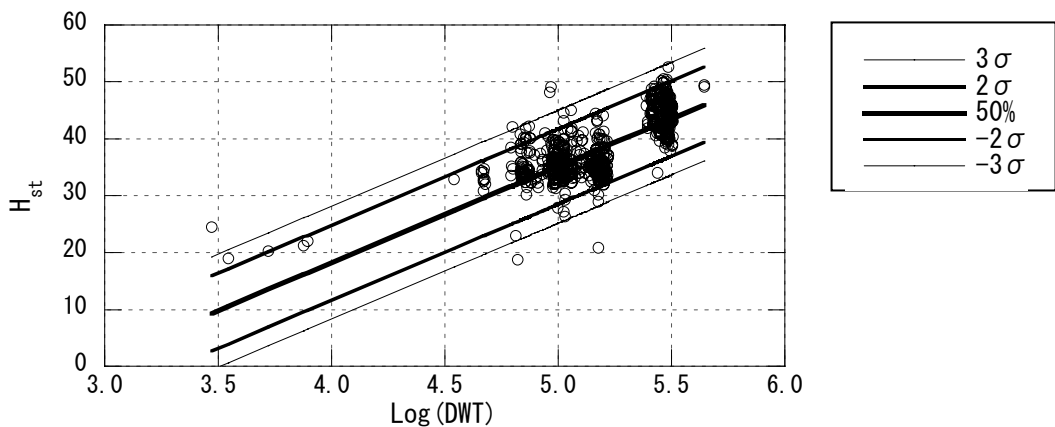


図 32-2 H_{st} —片対数回帰分析 (タンカー)

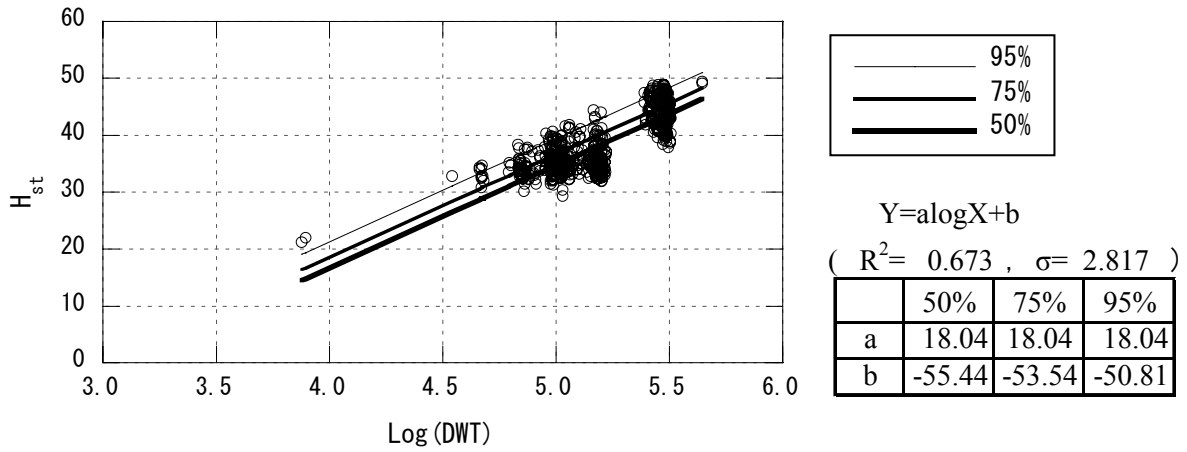


図 32-3 H_{st} —片対数回帰分析の結果①： $\pm 2\sigma$ 超データの排除後（タンカー）

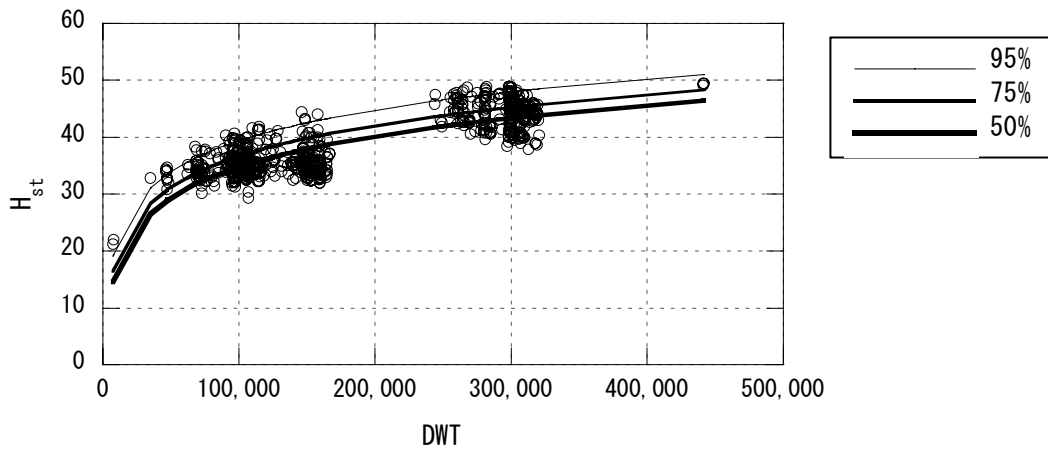


図 32-4 H_{st} —片対数回帰分析の結果②： $\pm 2\sigma$ 超データの排除後（タンカー）

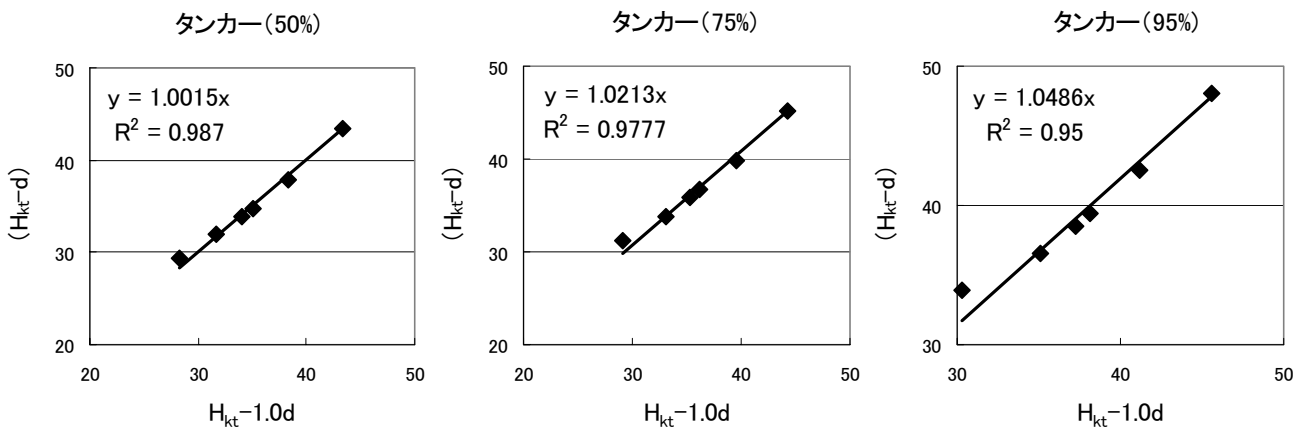


図 32-5 喫水率（ β ）=1.0 との比較

6.4 RORO 船

RORO 船の海面上高さ(H_{st})データの分布図を図 33-1 に示す。次に $\pm 2\sigma$ を超える領域のデータを排除するための片対数回帰分析による結果を図 33-2 に示す。さらに、 $\pm 2\sigma$ を超える領域を排除した後の解析対象データに対して片対数回帰分析手法を適用して得られた回帰分析の結果を図 33-3 に示す。図 33-3 の横軸の対数表示を真数として表示した結果を図 33-4 に示す。この図 33-3, 4 ではカバー率 50%, 75%, 95% の回帰式の結果を表示していると同時に、図 32-3 では決定係数の値 (0.725) と各カバー率の回帰式の係数を併せて示す。この図 33-4 から RORO 船に関しては有意な回帰式が得られていると判断できる。

したがって、ここで得られた回帰式をもとに「技術基準」と同様に設定した船階級に対応したカバー率 50%, 75%, 95% の全高の値について算定した結果を表 24 に示す。

この表 24 の結果は、5. の喫水率 (β) = 1.0 の結果と同等の概念である。この両者を比較するために、横軸に喫水率 (β) = 1.0 の結果を示し、縦軸に表 24 の結果を示した結果を図 33-5 に示す。なお、両者の区分を明確にするために横軸での $H_{kt} - 1.0d$ の表示に対して、縦軸は ($H_{kt} - d$) と表示している。

表 24 海面上高さ (H_{st}) の解析結果 (RORO 船)

総トン数 GT (トン)	50% (m)	75% (m)	95% (m)
3,000	23.7	26.6	30.9
5,000	26.7	29.7	33.9
10,000	30.8	33.7	38.0
20,000	34.9	37.8	42.1
40,000	39.0	41.9	46.2
60,000	41.4	44.3	48.6

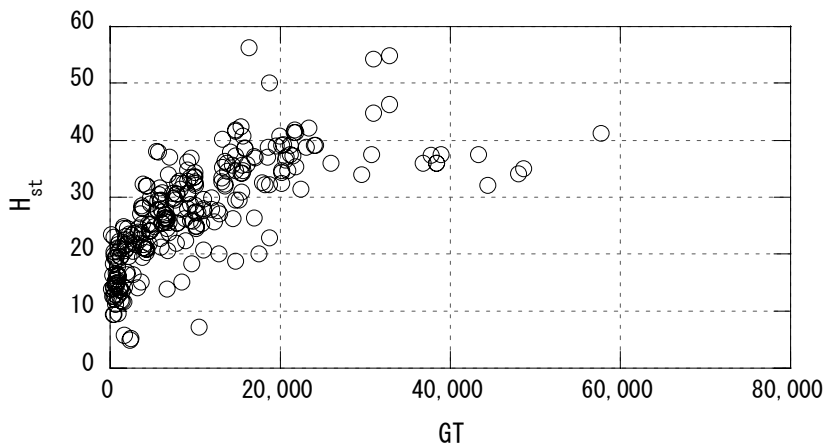


図 33-1 H_{st} データの分布状況 (RORO 船)

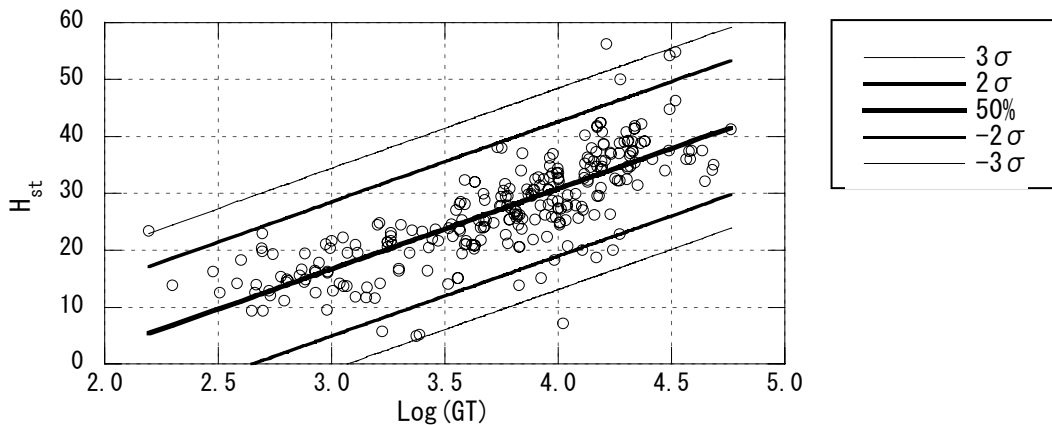


図 33-2 H_{st} —片対数回帰分析 (RORO 船)

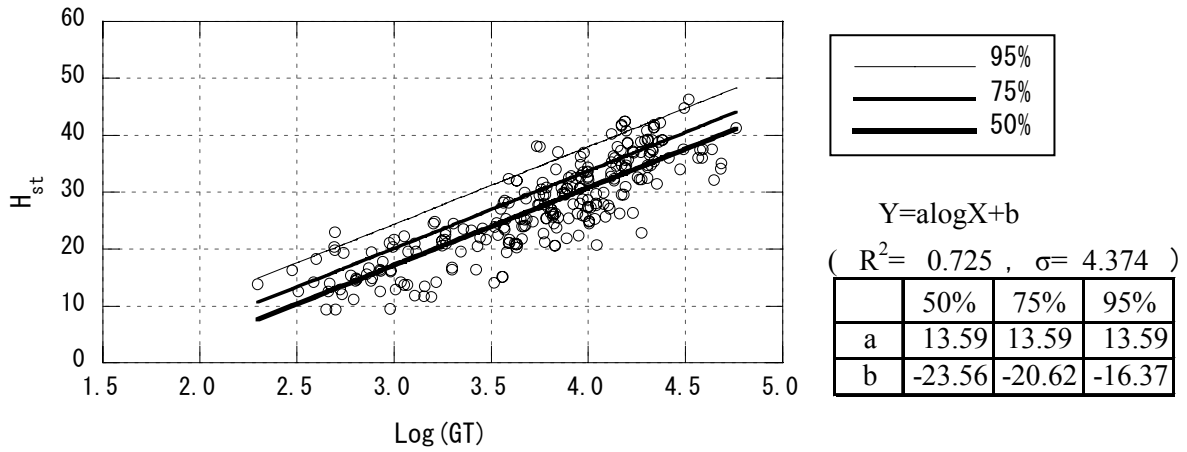


図 33-3 H_{st} —片対数回帰分析の結果①： $\pm 2\sigma$ 超データの排除後（RORO 船）

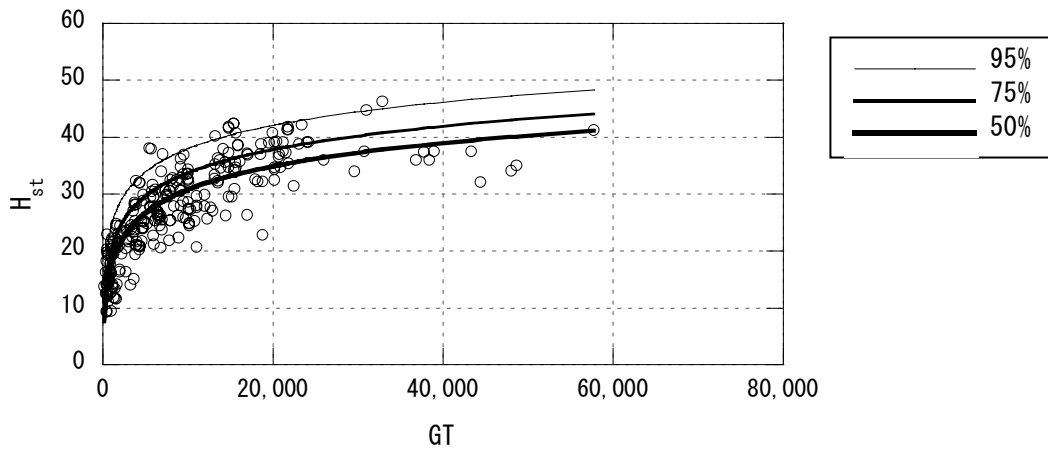


図 33-4 H_{st} —片対数回帰分析の結果②： $\pm 2\sigma$ 超データの排除後（RORO 船）

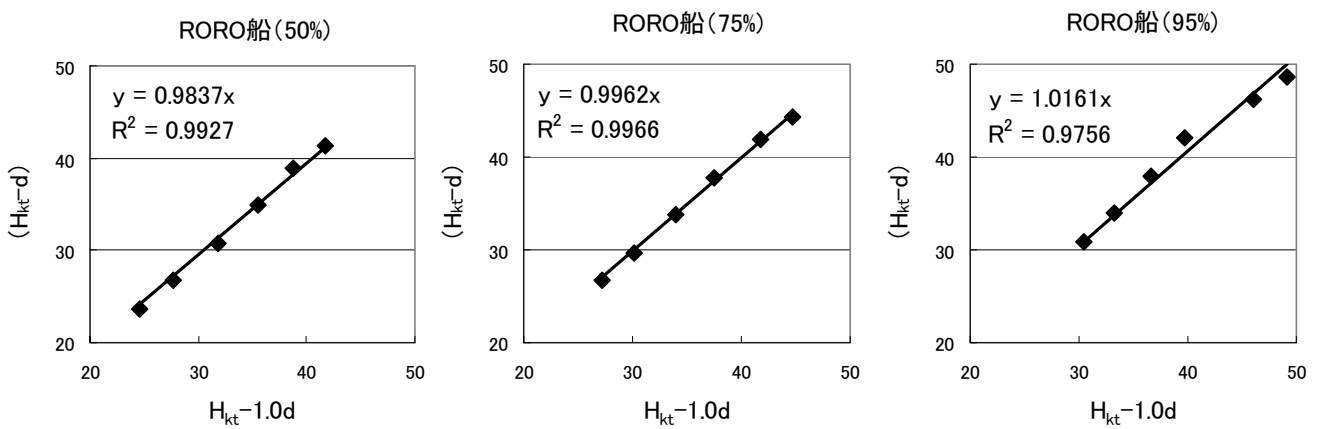


図 33-5 喫水率 (β) = 1.0 との比較

6.5 PCC 船

PCC 船の海面上高さ(H_{st})データの分布図を図 34-1 に示す。次に $\pm 2\sigma$ を超える領域のデータを排除するための片対数回帰分析による結果を図 34-2 に示す。さらに、 $\pm 2\sigma$ を超える領域を排除した後の解析対象データに対して片対数回帰分析手法を適用して得られた回帰分析の結果を図 34-3 に示す。図 34-3 の横軸の対数表示を真数として表示した結果を図 34-4 に示す。この図 34-3, 4 ではカバー率 50%, 75%, 95% の回帰式の結果を表示していると同時に、図 34-3 では決定係数の値 (0.573) と各カバー率の回帰式の係数を併せて示す。この図 34-4 から PCC 船に関しては有意な回帰式が得られていると判断できる。

したがって、ここで得られた回帰式をもとに「技術基準」と同様に設定した船階級に対応したカバー率 50%, 75%, 95% の全高の値について算定した結果を表 25 に示す。

この表 25 の結果は、5. の喫水率 (β) = 1.0 の結果と同等の概念である。この両者を比較するために、横軸に喫水率 (β) = 1.0 の結果を示し、縦軸に表 25 の結果を示した結果を図 34-5 に示す。なお、両者の区分を明確にするために横軸での $H_{kt}-1.0d$ の表示に対して、縦軸は ($H_{kt}-d$) と表示している。

表 25 海面上高さ (H_{st}) の解析結果 (PCC 船)

総トン数 GT (トン)	50% (m)	75% (m)	95% (m)
3,000	24.0	26.5	30.2
5,000	26.6	29.2	32.9
12,000	31.1	33.7	37.4
20,000	33.7	36.3	40.0
30,000	35.8	38.4	42.1
40,000	37.3	39.8	43.5
60,000	39.4	41.9	45.6

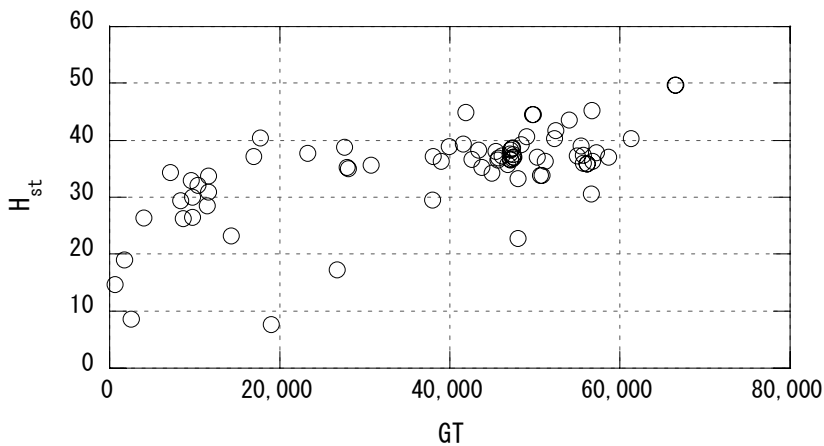


図 34-1 H_{st} データの分布状況 (PCC 船)

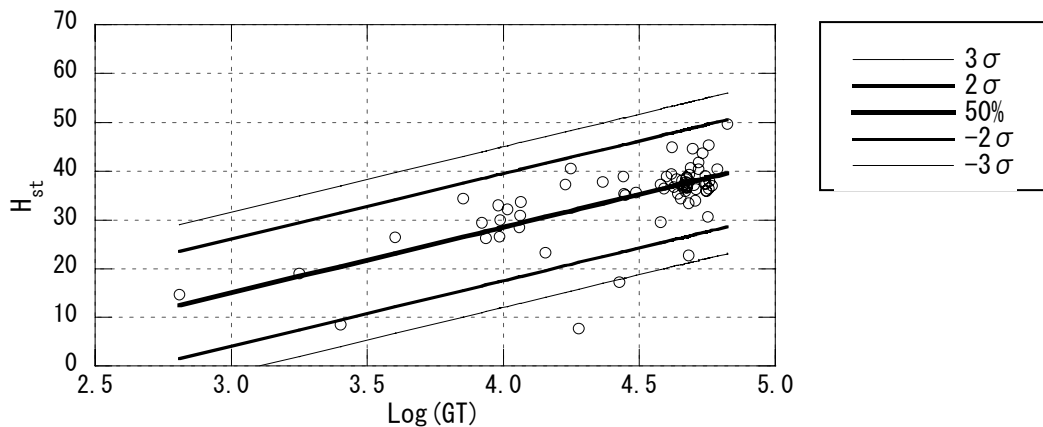


図 34-2 H_{st} —片対数回帰分析 (PCC 船)

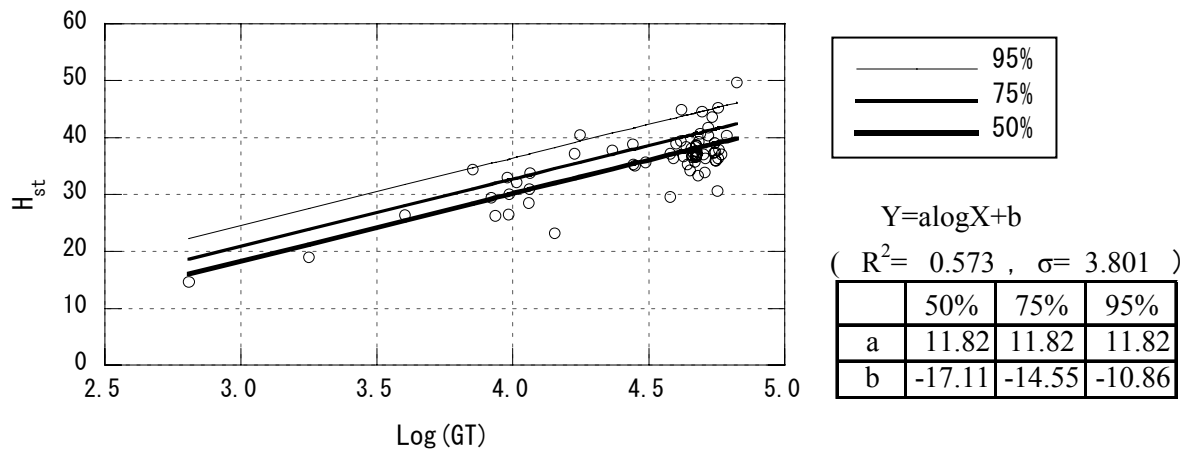


図 34-3 H_{st} —片対数回帰分析の結果①： $\pm 2\sigma$ 超データの排除後（PCC 船）

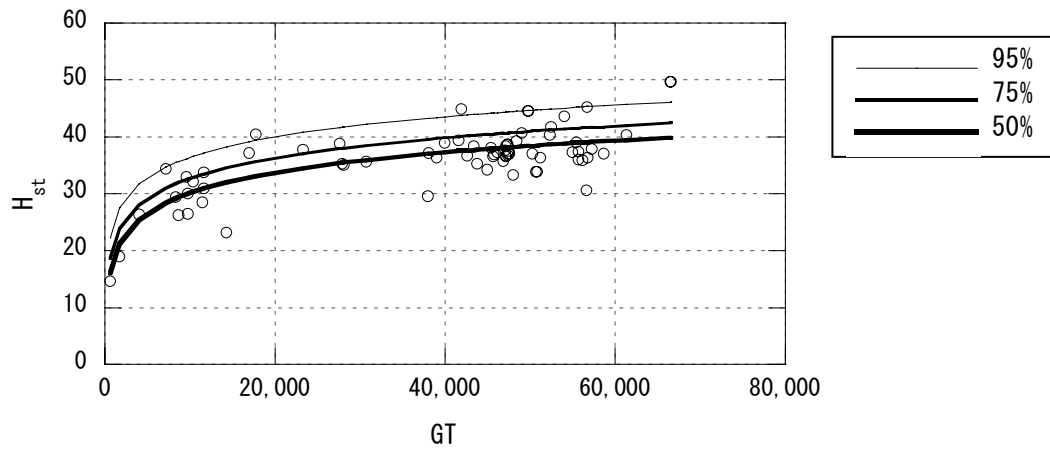


図 34-4 H_{st} —片対数回帰分析の結果②： $\pm 2\sigma$ 超データの排除後（PCC 船）

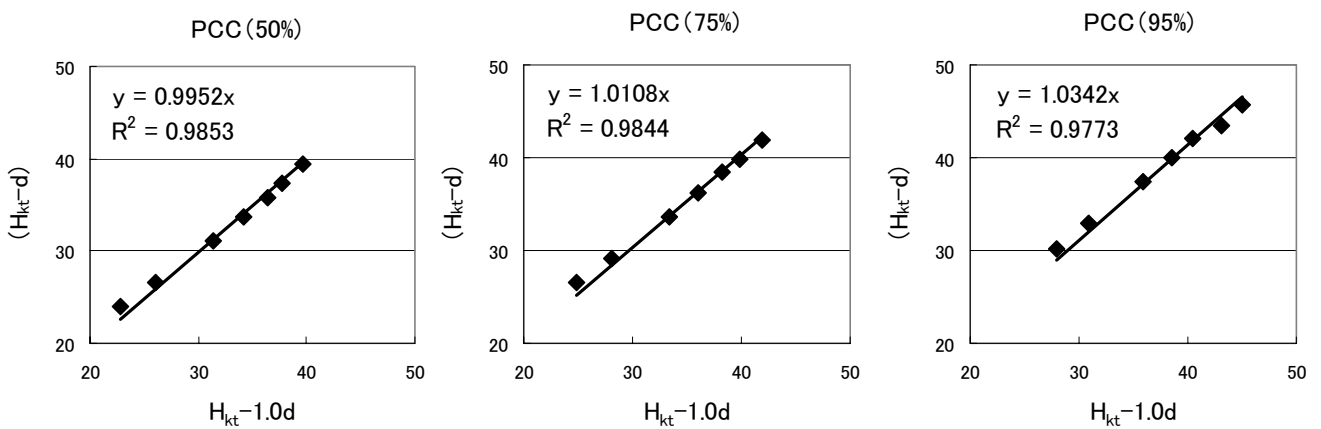


図 34-5 喫水率 (β) = 1.0 との比較

6.6 LPG 船

LPG 船の海面上高さ(H_{st})データの分布図を図 35-1 に示す。次に $\pm 2\sigma$ を超える領域のデータを排除するための片対数回帰分析による結果を図 35-2 に示す。さらに、 $\pm 2\sigma$ を超える領域を排除した後の解析対象データに対して片対数回帰分析手法を適用して得られた回帰分析の結果を図 35-3 に示す。図 35-3 の横軸の対数表示を真数として表示した結果を図 35-4 に示す。この図 35-3, 4 ではカバー率 50%, 75%, 95% の回帰式の結果を表示していると同時に、図 35-3 では決定係数の値 (0.878) と各カバー率の回帰式の係数を併せて示す。この図 35-4 から LPG 船に関しては有意な回帰式が得られていると判断できる。

したがって、ここで得られた回帰式をもとに「技術基準」と同様に設定した船階級に対応したカバー率 50%, 75%, 95% の全高の値について算定した結果を表 26 に示す。

この表 26 の結果は、5. での喫水率 (β) = 1.0 の結果と同等の概念である。この両者を比較するために、横軸に喫水率 (β) = 1.0 の結果を示し、縦軸に表 26 の結果を示した結果を図 35-5 に示す。なお、両者の区分を明確にするために横軸での $H_{kt}-1.0d$ の表示に対して、縦軸は ($H_{kt}-d$) と表示している。

表 26 海面上高さ (H_{st}) の解析結果 (LPG 船)

総トン数 GT (トン)	50% (m)	75% (m)	95% (m)
3,000	24.4	25.7	27.6
5,000	26.8	28.2	30.1
10,000	30.2	31.6	33.5
20,000	33.6	34.9	36.9
30,000	35.6	36.9	38.8
40,000	37.0	38.3	40.2
50,000	38.0	39.4	41.3

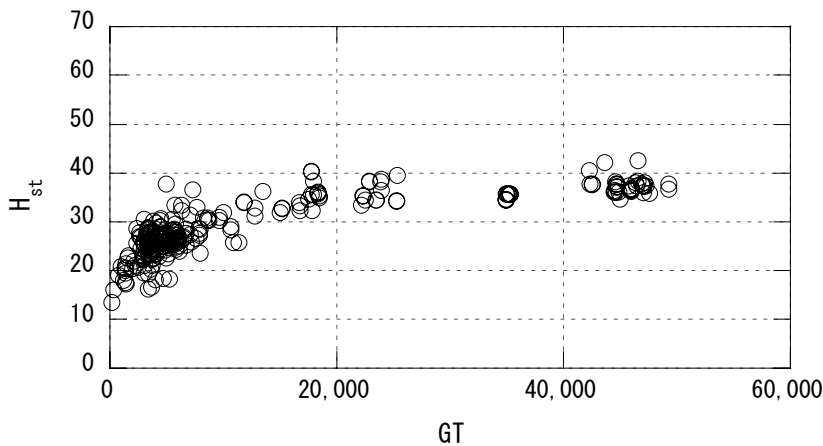


図 35-1 H_{st} データの分布状況 (LPG 船)

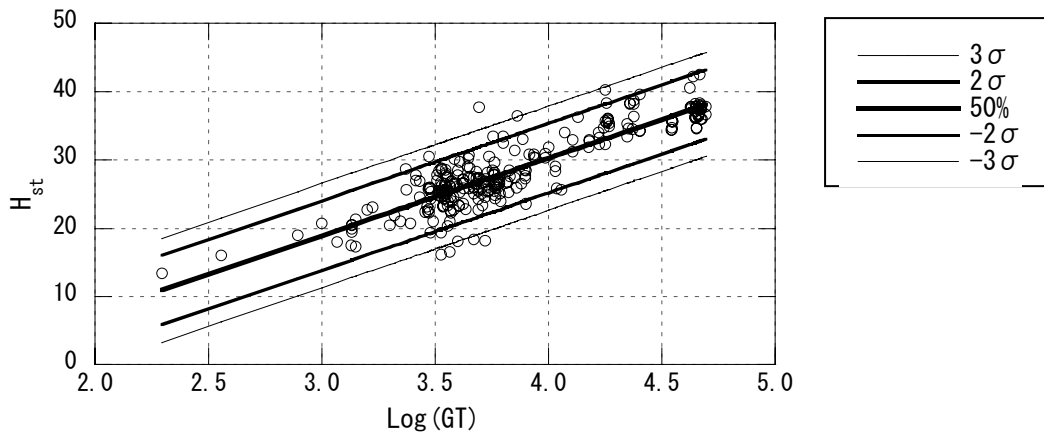


図 35-2 H_{st} —片対数回帰分析 (LPG 船)

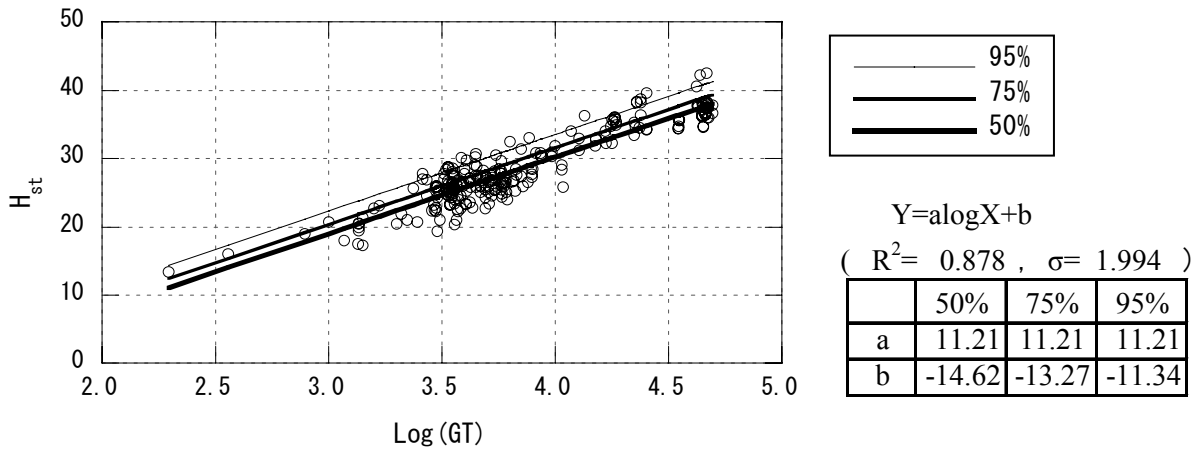


図 35-3 H_{st} —片対数回帰分析の結果①： $\pm 2\sigma$ 超データの排除後（LPG 船）

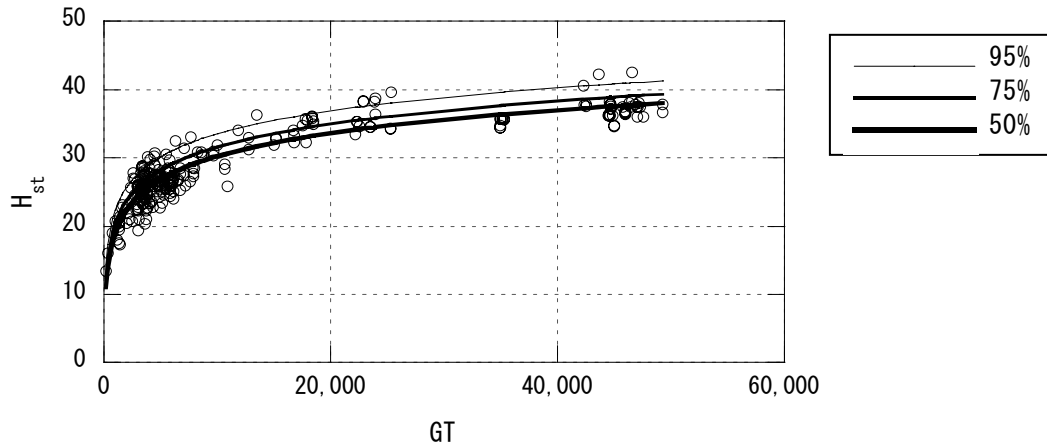


図 35-4 H_{st} —片対数回帰分析の結果②： ± 2 超データの排除後（LPG 船）

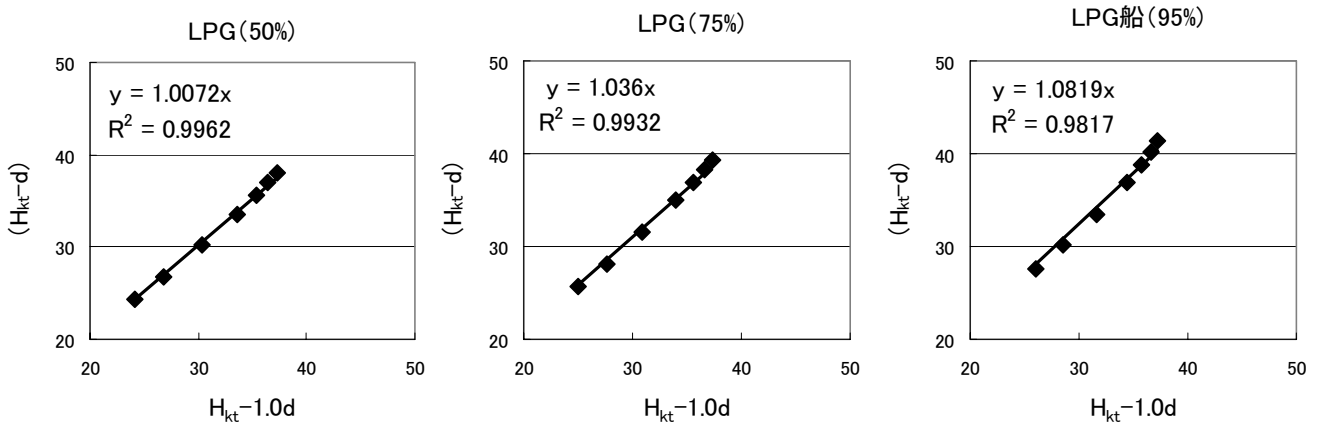


図 35-5 喫水率 (β) = 1.0 との比較

6.7 LNG 船

LNG 船の海面上高さ(H_{st})データの分布図を図 36-1 に示す。次に $\pm 2\sigma$ を超える領域のデータを排除するための片対数回帰分析による結果を図 36-2 に示す。なお、50,000GT 以下の船舶はデータ数が少ないため排除した。さらに、 $\pm 2\sigma$ を超える領域を排除した後の解析対象データに対して片対数回帰分析手法を適用して得られた回帰分析の結果を図 36-3 に示す。図 36-3 の横軸の対数表示を真数として表示した結果を図 36-4 に示す。この図 36-3, 4 ではカバー率 50%, 75%, 95% の回帰式の結果を表示しているとともに、図 36-3 では決定係数の値 (0.192) と各カバー率の回帰式の係数を併せて示す。ここでは、他の船種と異なり決定係数は低いもののこの領域での特性は反映されていると考えられる。

したがって、ここで得られた回帰式をもとに「技術基

準」と同様に設定した船階級に対応したカバー率 50%, 75%, 95% の全高の値について算定した結果を表 27 に示す。

この表 27 の結果は、5. の喫水率 (β) = 1.0 の結果と同等の概念である。この両者を比較するために、横軸に喫水率 (β) = 1.0 の結果を示し、縦軸に表 27 の結果を示した結果を図 36-5 に示す。なお、両者の区分を明確にするために横軸での $H_{kt}-1.0d$ の表示に対して、縦軸は ($H_{kt}-d$) と表示している。

表 27 海面上高さ (H_{st}) の解析結果 (LNG 船)

総トン数 GT (トン)	50% (m)	75% (m)	95% (m)
80,000	42.3	46.6	52.8
100,000	49.4	53.7	59.9
120,000	55.2	59.5	65.7

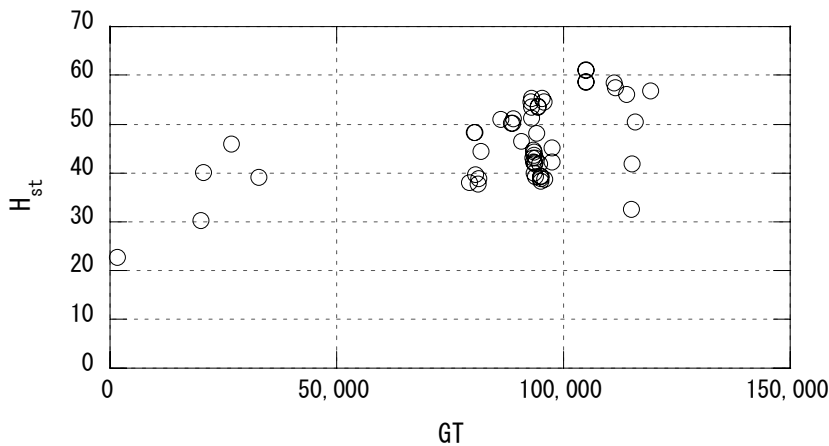


図 36-1 H_{st} データの分布状況 (LNG 船)

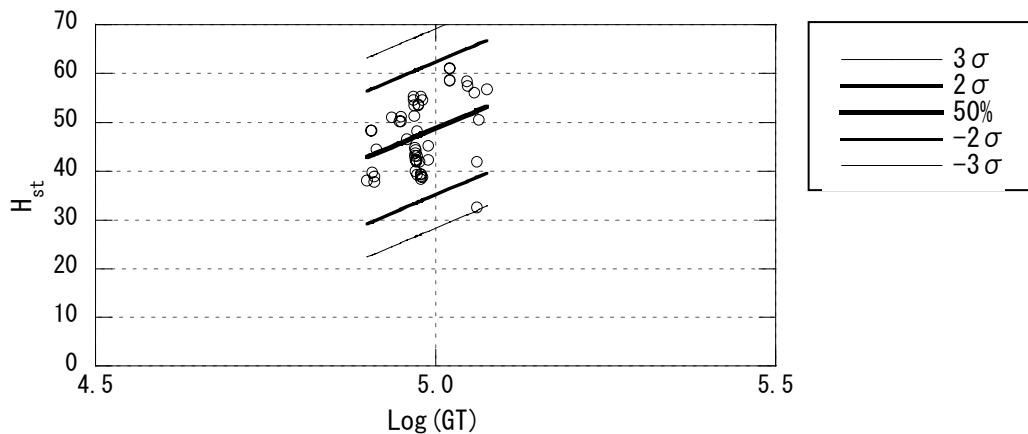


図 36-2 H_{st} —片対数回帰分析 (LNG 船)

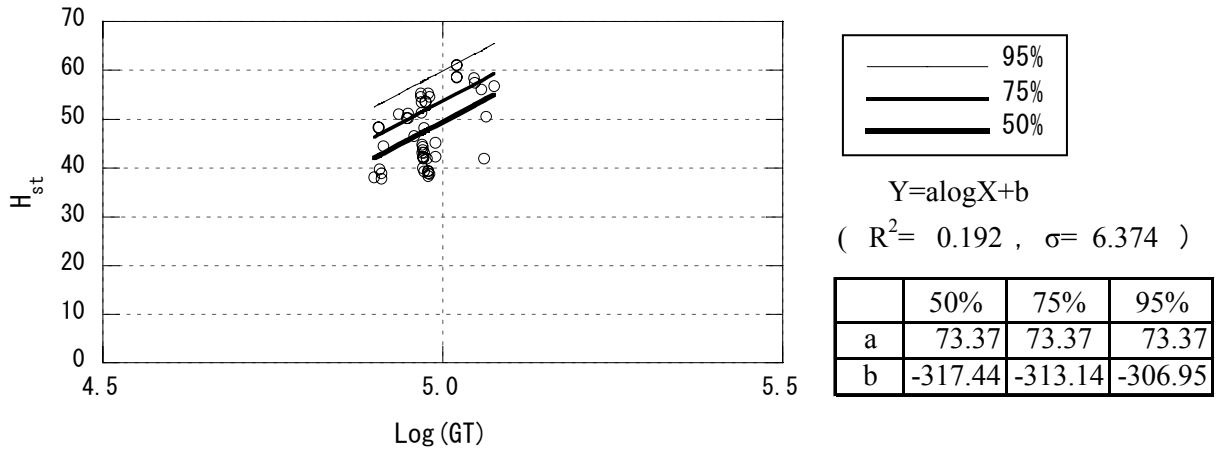


図 36-3 H_{st} —片対数回帰分析の結果①： $\pm 2\sigma$ 超データの排除後（LNG 船）

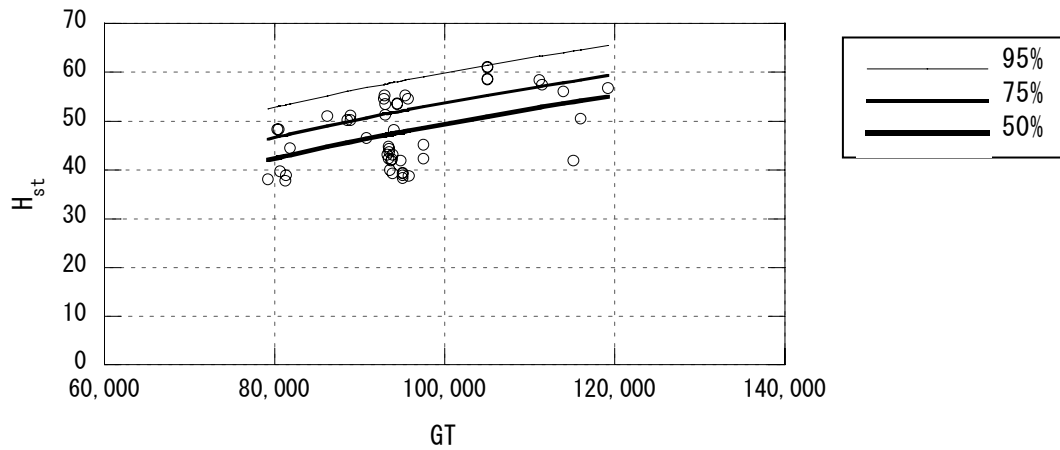


図 36-4 H_{st} —片対数回帰分析の結果②： $\pm 2\sigma$ 超データの排除後（LNG 船）

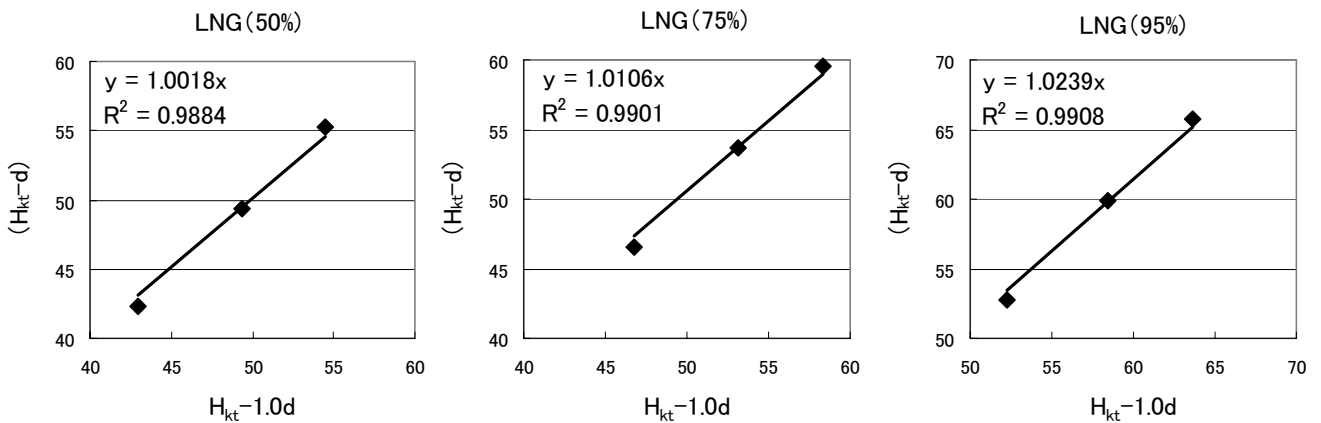


図 36-5 喫水率（ β ）=1.0 との比較

6.8 旅客船

旅客船の海面上高さ(H_{st})データの分布図を図 37-1 に示す。次に $\pm 2\sigma$ を超える領域のデータを排除するための片対数回帰分析による結果を図 37-2 に示す。さらに、 $\pm 2\sigma$ を超える領域を排除した後の解析対象データに対して片対数回帰分析手法を適用して得られた回帰分析の結果を図 37-3 に示す。図 37-3 の横軸の対数表示を真数として表示した結果を図 37-4 に示す。この図 37-3, 4 ではカバー率 50%, 75%, 95% の回帰式の結果を表示していると同時に、図 37-3 では決定係数の値 (0.678) と各カバー率の回帰式の係数を併せて示す。この図 37-4 から旅客船に関しては有意な回帰式が得られていると判断できる。

したがって、ここで得られた回帰式をもとに「技術基準」と同様に設定した船階級に対応したカバー率 50%, 75%, 95% の全高の値について算定した結果を表 28 に示す。

この表 28 の結果は、5. での喫水率 (β) = 1.0 の結果と同等の概念である。この両者を比較するために、横軸に喫水率 (β) = 1.0 の結果を示し、縦軸に表 28 の結果を示した結果を図 37-5 に示す。なお、両者の区分を明確にするために横軸での $H_{kt}-1.0d$ の表示に対して、縦軸は ($H_{kt}-d$) と表示している。

表 28 海面上高さ (H_{st}) の解析結果 (旅客船)

総トン数 GT (トン)	50% (m)	75% (m)	95% (m)
3,000	25.7	30.3	37.0
5,000	29.2	33.9	40.5
10,000	34.0	38.6	45.3
20,000	38.8	43.4	50.0
30,000	41.6	46.2	52.8
50,000	45.1	49.7	56.3
70,000	47.4	52.0	58.6
100,000	49.8	54.5	61.1

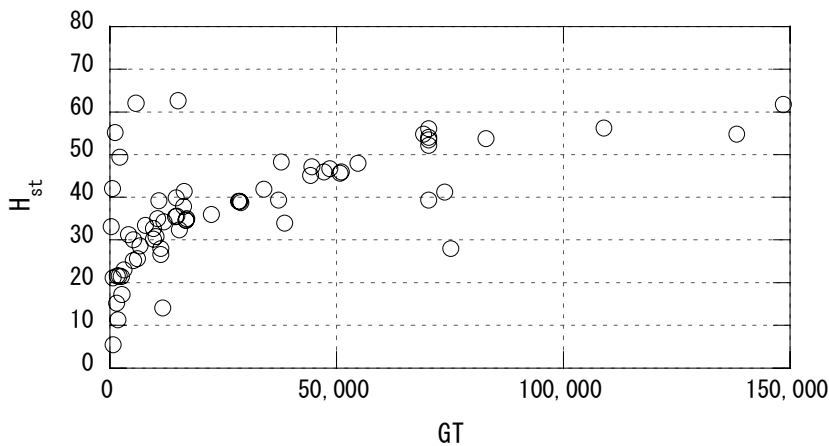


図 37-1 H_{st} データの分布状況 (旅客船)

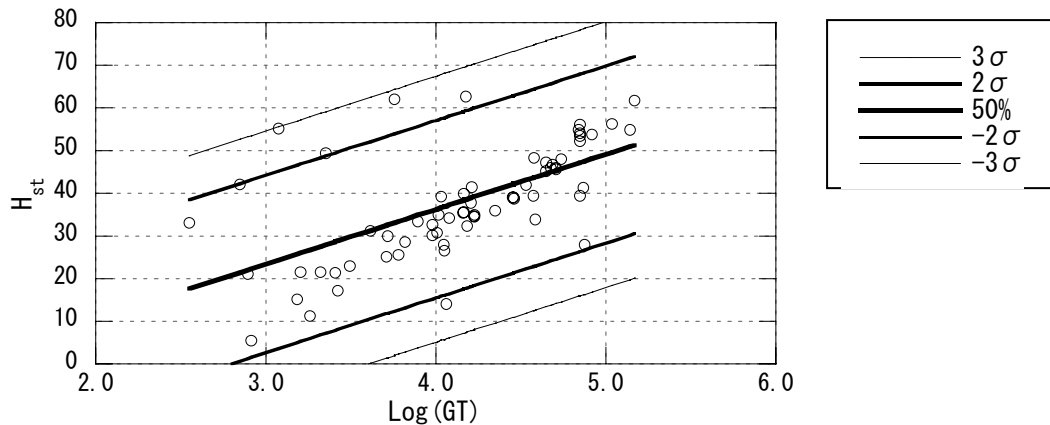


図 37-2 H_{st} —片対数回帰分析 (旅客船)

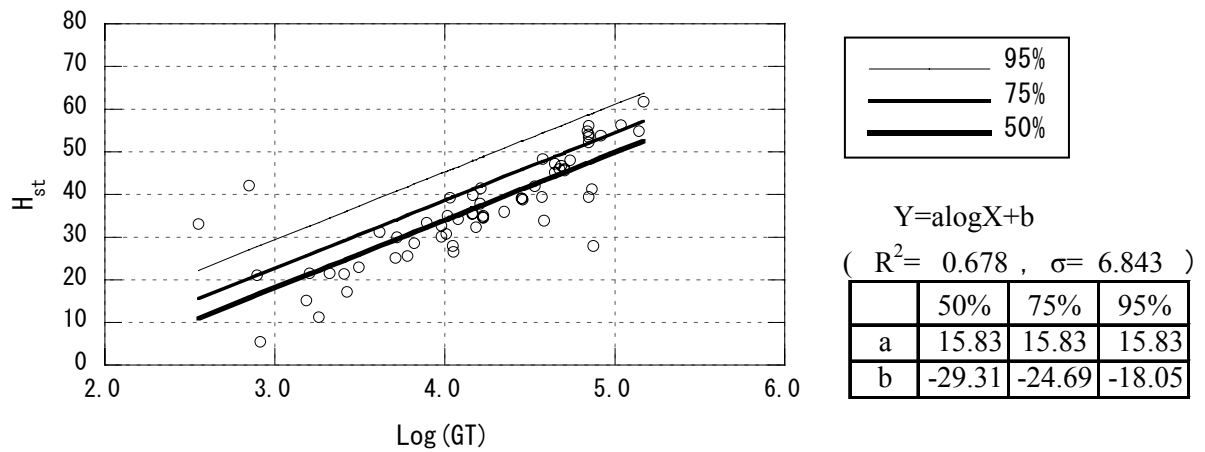


図 37-3 H_{st} —片対数回帰分析の結果①： $\pm 2\sigma$ 超データの排除後（旅客船）

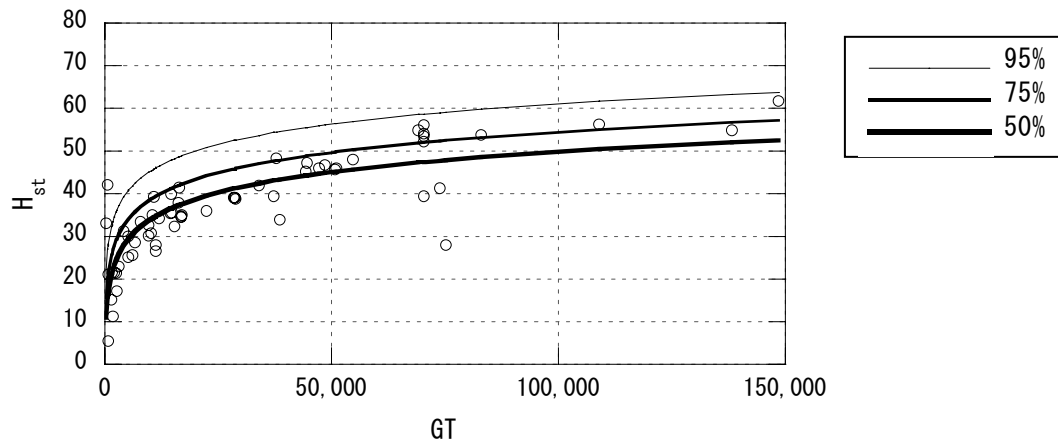


図 37-4 H_{st} —片対数回帰分析の結果②： ± 2 超データの排除後（旅客船）

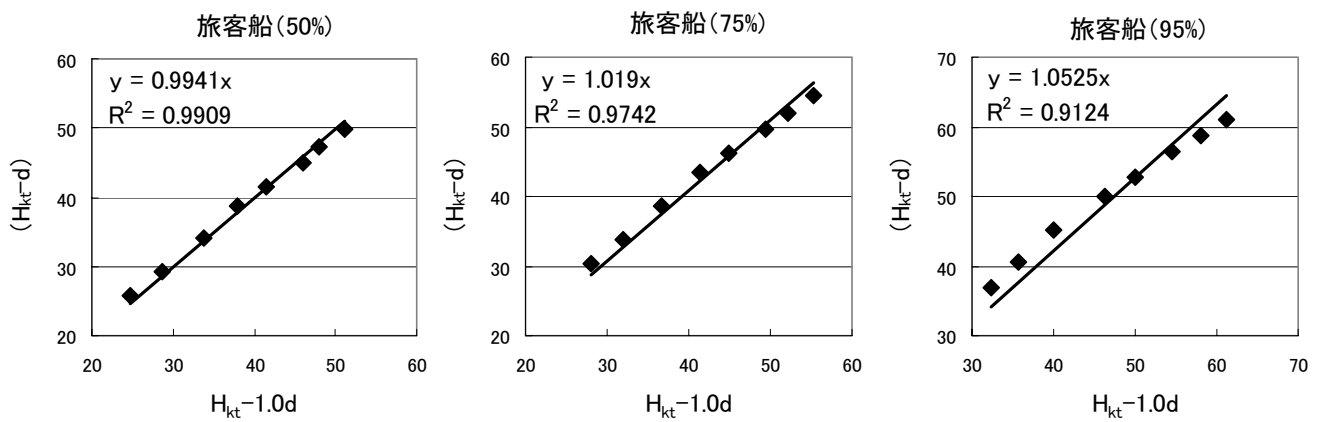


図 37-5 喫水率 (β) = 1.0 との比較

7. おわりに

船舶の高さに関する諸元値が従来の「技術基準」において示されてこなかった理由を整理したうえで、第1に「技術基準」での全長や満載喫水等の主要諸元と同精度での船舶の高さの諸元を提示することを目指した。

具体的に、

- ①主要諸元データとの船階級ごとの分散状況を比較分析
 - ②基礎データのデータから統計的に異常値の排除
 - ③新たな統計解析手法の適用
- により、「技術基準」と同様に設定した船階級に対応したカバー率 50%、75%、95%の全高の値について算定した結果を表として提示した。

第2に、航路上の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必要となる海面上から最高点までの高さを「技術基準」での全長や満載喫水等の主要諸元と同精度での船舶の高さの諸元を提示することを目指した。

具体的に、

- ①個別に分析された全高(H_{ki})と満載喫水(d)の値を用いて海面上高さ(H_{si})を推計する手法
 - ②船舶ごとの全高(H_{ki})と満載喫水(d)から直接に満載状態の海面上高さ(H_{si})を推計する手法
- により、「技術基準」と同様に設定した船階級に対応したカバー率 50%、75%、95%の海面上高さの値について算定した結果を表として提示した。

このような船舶の高さに関する諸元値表の提示は海外においても事例が見られないことから、「技術基準」の今後の改正に反映されることが期待される。一方で、様々な機会に公表して対外的な評価を受けることが必要である。それらの評価を踏まえるとともに「技術基準」を取り巻く情勢の変化に適切に対応するために、今後は全長や満載喫水等の他の主要諸元と合わせて分析を実施することが必要である。

(2006年11月17日受付)

(*注): Lloyd's Register Fairplay 社の概要

Lloyd's Register Fairplay Ltd. (LRF)はLloyd's Register (LR)の海洋情報出版部とFairplay Publications Limitedが合併して2001年に設立された会社である。

Lloyd's Register of Shippingの発祥はロンドンにあったエドワード・ロイドのコーヒーショップで、1760年に設立された。主な目的は商船をその構造と耐航性の点から分類することであった。最初のRegister of Ships(船名録)

は1764年に刊行されている。1975年にLRは慈善団体、すなわち非営利団体として登録されて、現在は約120カ国に事務所が存在して世界の商船に等級を定めている。

一方のFairplay Publications LimitedはTomas Hope Robinsonという創業者により1883年に出版社として設立された。雑誌が毎週刊行されており現在もLRFからFairplay International Shipping Weeklyとして刊行されている。Fairplayはその後1970年代にFinancial Timesの発行者ピアソン・グループに売却された。

2001年にLRの海洋情報出版部とFairplayが合併されて、Lloyd's Register-Fairplay Ltd.として世界の海運業界へ情報提供を専門とする会社になった。本社はイギリスにあり、シンガポール、スウェーデン、アメリカに事務所を開いている。

参考文献

- 1) 赤倉康寛, 高橋宏直, 中本隆: 統計解析等による対象船舶の諸元, 港湾技研資料 No.910, 1998
- 2) 赤倉康寛, 高橋宏直: Ship Dimensions of Design Ship under Given Confidence Limits 信頼度を与条件とした船舶諸元, 港湾技研資料 No.911, 1998
- 3) (社)日本港湾協会: 港湾の施設の技術上の基準, 1999年
- 4) 高橋宏直, 後藤文子, 安部智久: 統計解析による船舶諸元に関する研究—船舶の主要諸元の計画基準(案)—, 国土技術政策総合研究所研究報告 No.28, 2006
- 5) (社)日本港湾協会: 港湾の施設の技術上の基準, 1979年
- 6) (社)日本港湾協会: 港湾の施設の技術上の基準, 1989年
- 7) Recommendations of the Committee for Waterfront Structures Harbours and Waterways EAU 1996: Issued by the Committee for Water front Structures of the Society for Harbours Engineering and the German Society for Soil Mechanics and Foundation Engineering, 1996
- 8) Approach Channels A Guide for Design: Final Report of the Joint PIANC-IAPH Working Group II -30 in cooperation with IMPA and IALA, 1997
- 9) TECHNICAL CODES FOR PORT ENGINEERING: SECTOR STANDARDS OF THE PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA, 2000
- 10) OBRAS MARIIMAS TECNOLOGIA: Puertos del Estado, 2000

- 11) Guidelines for Design of Fenders Systems : Report of WG
33 of the MARITIME NAVIGATION COMMISSION ,
International Navigation Association PIANC, 2002
- 12) Hironao TAKAHASHI, Ayako GOTO and Motohisa
ABE : Study on Standards for Main Dimensions of the
Design Ship, TECHNICAL NOTE of National Institute
for Land and Infrastructure Management, No.309, 2006