

(昭和 31 年 11 月造船協会秋季講演会に於て講演)

上部構造の効きに関する研究 (第1報)

(Shear Lag を考慮せる上部構造の曲げ理論)

正員 工学博士 寺 沢 一 雄*

正員 工 学 士 八 木 順 吉**

On the Effects of Superstructure on the Strength of Ship

(Report No.1 Bending Theory of Superstructure with Consideration of Shear Lag Effects)

By Kazuo Terazawa, *Kogakusha*, Memberand Junkichi Yagi, *Kogakusha*, Member

Abstract

There have been presented many investigations of the stress distribution of superstructure. In these investigations, it may be assumed that the H. H. Bleich's theory is most useful to estimate the longitudinal stress distribution of long deckhouse, however, shear lag effects are neglected in his theory so that this theory gives good agreement with experimental results in the case of long deckhouse except in the vicinity of the house ends, but is not appropriate to the case of short deckhouse.

In this paper, to obtain the stress distribution of short deckhouse, the authors present bending theory of superstructure taking into consideration of shear lag effects, and this theoretical values are compared with experimental results obtained by bending tests of box girders, with a good agreement.

§ 1. 緒 言

従来、上部構造の応力分布に関して多くの研究が行われているが、特に Side Wall が外板面より内側に入り込んでいる Deckhouse の場合に対しては H. H. Bleich の理論³⁾ が有効なようである。処が此の方法に於いては Shear Lag の影響が考慮されて居らない為、長い House の場合には、両端部附近を除けば実験値と良く一致するが、短い House に対しては余り適切でないようである。それでは其の方法はどの程度の寸法の House まで適用出来るか、又それが適用し難い場合には如何なる方法を用いる可きか等を研究するため、先ず Shear Lag の影響を考慮した場合の上部構造の曲げに関する一近似計算法を導いた。尚、山越助教授も同様な見地から Shear Lag を考慮した曲げ理論⁴⁾ を導いて居られるが、著者等は E. Reissner の方法⁵⁾ を応用して計算を行い、併せて鋼製箱型模型の曲げ試験を実施し、実験結果と比較して可成り良く一致する事を確めた。

§ 2. Shear Lag の影響を考慮せる上部構造の曲げ理論

2-1 記号

 x = 変より船体の長さ方向にとつた座標 y_0 = Br. Dk. の中心線より横方向にとつた座標

原稿受付. 7 月 14 日

* 大阪大学教授

** 大阪大学助教授

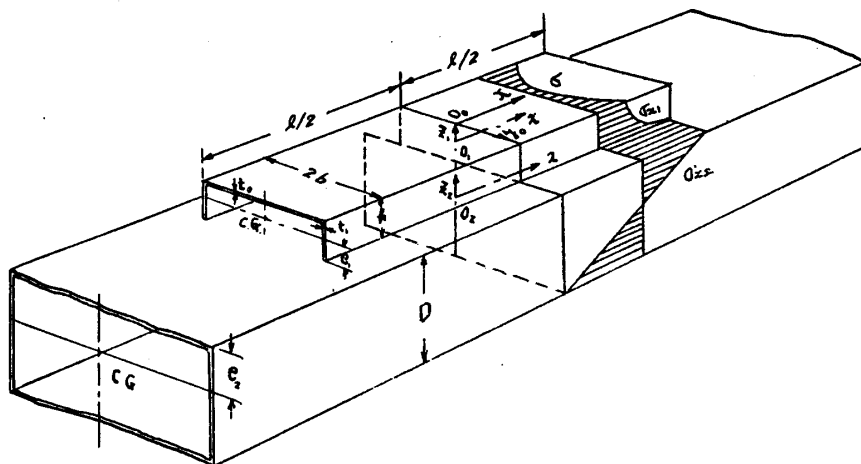
3) H. H. Bleich: "Nonlinear Distribution of Bending stresses Due to Distortion of the Cross Section". Journal of Applied Mechanics 1953 March

4) 山越道郎: 船体上部構造の応力分布に就て (1) 船体構造委員会 西部地区部会 14 13 2/2

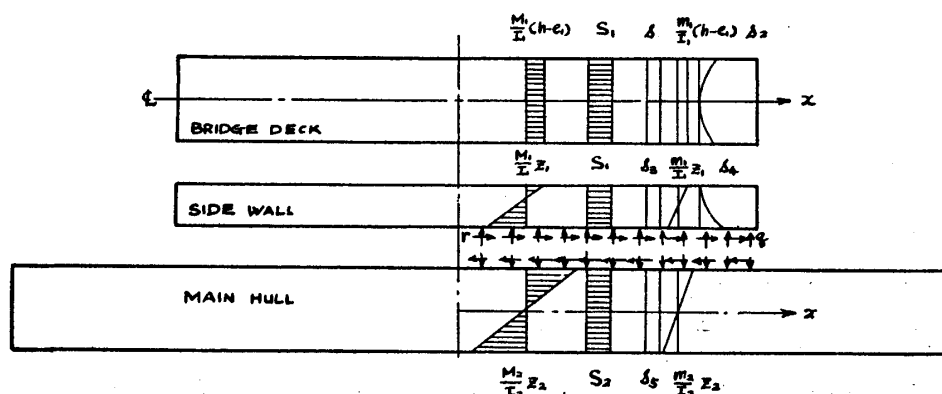
5) E. Reissner: "Least Work Solution of Shear Lag Problems" Journal of Aeronautical Science. Vol. 8, No. 7, 1941, May

z_1 = House の断面の図心より上向きにとつた座標
 z_2 = Hull の断面の図心より上向きにとつた座標
 l = House の長さ
 t_0 = Bridge Deck の板厚
 t_1 = Side Wall の板厚
 h = 'Tween Deck Height
 b = Bridge Deck の半幅
 e_1 = House の断面の図心と Up. Dk. との距離
 e_2 = Hull の断面の図心と Up. Dk. との距離
 A_0 = Bridge Deck の断面積
 A_1 = 両 Side Wall の断面積
 A_2 = Hull の断面積
 I_1 = House の断面の縦曲げに対する慣性率
 I_2 = Hull の断面の縦曲げに対する慣性率
 E_1 = House を構成する材料の弾性係数
 G_1 = House を構成する材料の剛性率
 E_2 = Hull を構成する材料の弾性係数
 σ_{w0}, τ_0 = Bridge Deck での応力成分
 σ_{w1}, τ_1 = Side Wall での応力成分
 σ_{w2} = Hull の垂直応力成分
 $S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, m_1, m_2$ = Shear Lag を考慮した為の応力成分の修正に関する量

H_0, H_1 = Br. Dk. 及び Wall での応力函数
 q = House に作用する単位長さ当りの上向きの反力
 r = House に作用する単位長さ当りの剪断力
 M_1 = House に作用する縦曲げモーメント
 M_2 = Hull に作用する縦曲げモーメント
 S_1 = House に作用する均一引張応力
 S_2 = Hull に作用する均一引張応力
 (M_i 及び S_i は Bleich の Two Beam Theory により決定されたもので、 M_i は Hogg. を正とする)
 K = Up. Dk. の垂直方向の剛性係数 (Bleich の論文中的記号と同意義)
 $a_1 = (A_0 + A_1)/A_0$
 $a_2 = A_2/A_1$
 $a_3 = A_0 b^2/A_1 h^2$
 $g_1 = e_1/I_1$
 $g_2 = e_2/I_2$
 $g_3 = 2/A_1 h$
 $g_4 = (h - e_1)/I_1$
 $g_5 = 1/e_2 A_2$
 $k_1 = e_1/h$
 $k_2 = 1 + (e_2/h)$
 $j = E_1/E_2$



第 1 図



第 2 図

2-2 応力分布の仮定

第 1 図に示される如き長さ方向に一定の断面寸法を有する箱型船体模型について考える。この模型の縦曲げによる応力分布を求めるため、先ず最初に House 及び Hull 共に Beam Theory に従うものとして Bleich の方法で各部の曲げモーメント M_1, M_2 及び引張応力 S_1, S_2 を決定し、然る後に House のみに Shear Lag の影響を考慮して Reissner の方法でそれを修正する。そのため Shear Lag による附加応力成分として第 2 図に示される如く、7 個の量を考慮し、Bridge

Deck には 2 次の Parabola 状の応力成分まで, Wall では 2 次の Parabola の代りに 3 次のものを附加する事にする。特に Wall の端部では更に高次の Parabola 状の応力成分を考慮する程, 実際の応力分布の形状に近づける事が出来るが, 極端に短い House でない限り端部での応力分布の形状は他の部に余り大なる影響を及ぼさないものと考えて 3 次の項のみにとどめた。斯様な仮定を用いると Bridge Deck, Side Wall 及び Main Hull での長さ方向の応力は夫々次の様に表わされる。

$$\sigma_{x0} = \frac{h-e_1}{I_1} [M_1(x) + m_1(x)] + S_1(x) + s_1(x) + \left(\frac{y_0}{b}\right)^2 s_2(x) \quad (1)$$

$$\sigma_{x1} = \frac{z_1}{I_1} [M_1(x) + m_1(x)] + S_1(x) + s_3(x) + \left(\frac{h-e_1-z_1}{h}\right)^3 s_4(x) \quad (2)$$

$$\sigma_{x2} = \frac{z_2}{I_2} [M_2(x) + m_2(x)] + S_2(x) + s_5(x) \quad (3)$$

ここで新しく附加された応力成分は次の諸条件を満足して居らなければならない。即ち各部の結合部に於ける縦歪の連続条件, 長さ方向の合力が 0 である事及び附加応力による全モーメントが 0 である事である。従つて

$$s_1 + s_2 = s_3 \quad (4)$$

$$s_3 + s_4 - g_1 m_1 = j(s_5 + g_2 m_2) \quad (5)$$

$$A_0 \left(s_1 + \frac{s_2}{3}\right) + A_1 \left(s_3 + \frac{s_4}{4}\right) + A_2 s_5 = 0 \quad (6)$$

$$m_1 + m_2 + A_0 h \left(s_1 + \frac{s_2}{3}\right) + A_1 h \left(-\frac{s_3}{2} + \frac{s_4}{20}\right) - e_2 A_2 s_5 = 0 \quad (7)$$

又附加応力による撓みの変化のため, Upper Deck の反力 q も変化する筈であるが, その影響は後で考慮する事とし今は一応考慮しないでおけば, Hull でのモーメントの平衡条件として次式が成立しなければならない。

$$m_2 - e_2 A_2 s_5 = 0 \quad (8)$$

(4), (5), (6), (7) 及び (8) 式を用いて s_1, s_2, s_3, s_4 及び s_5 を m_1 及び m_2 で表わせば次の如くなる。

$$\begin{pmatrix} s_1 \\ s_2 \\ s_3 \\ s_4 \\ s_5 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \lambda_{11} & \lambda_{12} \\ \lambda_{21} & \lambda_{22} \\ \lambda_{31} & \lambda_{32} \\ \lambda_{41} & \lambda_{42} \\ \lambda_{51} & \lambda_{52} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} m_1 \\ m_2 \end{pmatrix} \quad (9)$$

$$\begin{aligned} \text{但し} \quad \lambda_{11} &= \frac{1}{8} \left(3a_1 - \frac{1}{3}\right) g_1 - \frac{5}{24} (9a_1 - 5) g_3 & \lambda_{12} &= \frac{1}{8} \left(3a_1 - \frac{1}{3}\right) (g_2 + g_5) j - \frac{3}{2} a_2 (a_1 - 1) g_5 \\ \lambda_{21} &= \lambda_{31} - \lambda_{11} & & - \frac{5}{24} (9a_1 - 5) (g_3 - 2a_2 k_2 g_5) \\ \lambda_{31} &= -\frac{2}{3} g_1 + \frac{5}{3} g_3 & \lambda_{22} &= \lambda_{32} - \lambda_{12} \\ \lambda_{41} &= \frac{5}{3} (g_1 - g_3) & \lambda_{32} &= -\frac{2}{3} (g_2 + g_5) j + \frac{5}{3} (g_3 - 2a_2 k_2 g_5) \\ \lambda_{51} &= 0 & \lambda_{42} &= \frac{5}{3} [(g_2 + g_5) j - (g_3 - 2a_2 k_2 g_5)] \\ & & \lambda_{52} &= g_5 \end{aligned}$$

2-3 歪エネルギー最小の条件

7 個の附加応力成分中の 2 つの不静定量は歪エネルギー最小の条件を用いて決定する。そのため先ず σ_{x0} 及び σ_{x1} を用い応力の平衡条件式により Bridge Deck 及び Wall での剪断応力 τ_0 及び τ_1 の形を決定し, $\sigma_x = \partial H / \partial y$, $\tau = -\partial H / \partial x$ となるような応力函数を求めると両部分について夫々次の如くなる。

$$H_0 = y_0 \left[\frac{h-e_1}{I_1} (M_1 + m_1) + (S_1 + s_1) + \frac{1}{3} \left(\frac{y_0}{b}\right)^2 s_2 \right] \quad (10)$$

$$H_1 = \frac{z_1^2 - e_1^2}{2I_1} (M_1 + m_1) + (z_1 + e_1) (S_1 + s_3) - \frac{(h-e_1-z_1)^4 - h^4}{4h^3} \cdot s_4 + \frac{A_2}{2t_1} (S_2 + s_5) \quad (11)$$

今各部の横方向の歪は生じないものと仮定すれば, 歪エネルギーは σ_x 及び τ のみの函数で表わされ, House

の存在する部分 I についての船体の全歪エネルギー W は次式で与えられる。

$$W = \frac{2t_0}{E_1} \int_0^{\frac{l}{2}} \int_0^b \left[\left(\frac{\partial H_0}{\partial y_0} \right)^2 + \frac{E_1}{G_1} \left(\frac{\partial H_0}{\partial x} \right)^2 \right] dx dy_0 + \frac{2t_1}{E_1} \int_0^{\frac{l}{2}} \int_{-e_1}^{h-e_1} \left[\left(\frac{\partial H_1}{\partial z_1} \right)^2 + \frac{E_1}{G_1} \left(\frac{\partial H_1}{\partial x} \right)^2 \right] dx dz_1 \\ + \frac{1}{E_2 I_2} \int_0^{\frac{l}{2}} (M_2 + m_2)^2 dx + \frac{A_2}{E_2} \int_0^{\frac{l}{2}} (S_2 + s_2)^2 dx + \frac{1}{K} \int_0^{\frac{l}{2}} q^2 dx \quad (12)$$

W が最小となるための条件は上式の附加応力に関する変分が 0 でなければならない。即ち

$$\frac{t_0}{E_1} \left[\int_0^{\frac{l}{2}} \left(\frac{\partial H_0}{\partial y_0} \delta H_0 \right)_0 dx - \int_0^{\frac{l}{2}} \int_0^b \left(\frac{\partial^2 H_0}{\partial y_0^2} \delta H_0 \right) dx dy_0 + \frac{E_1}{G_1} \int_0^{\frac{l}{2}} \left(\frac{\partial H_0}{\partial x} \delta H_0 \right)_0 dy_0 \right. \\ \left. - \frac{E_1}{G_1} \int_0^{\frac{l}{2}} \int_0^b \left(\frac{\partial^2 H_0}{\partial x^2} \delta H_0 \right) dx dy_0 \right] + \frac{t_1}{E_1} \left[\int_0^{\frac{l}{2}} \left(\frac{\partial H_1}{\partial z_1} \delta H_1 \right)_{-e_1}^{h-e_1} dx - \int_0^{\frac{l}{2}} \int_{-e_1}^{h-e_1} \left(\frac{\partial^2 H_1}{\partial z_1^2} \delta H_1 \right) dx dz_1 \right. \\ \left. + \frac{E_1}{G_1} \int_{-e_1}^{h-e_1} \left(\frac{\partial H_1}{\partial x} \delta H_1 \right)_0 dz_1 - \frac{E_1}{G_1} \int_0^{\frac{l}{2}} \int_{-e_1}^{h-e_1} \left(\frac{\partial^2 H_1}{\partial x^2} \delta H_1 \right) dx dz_1 \right] + \frac{1}{2E_2 I_2} \int_0^{\frac{l}{2}} (M_2 + m_2) \delta m_2 dx \\ + \frac{A_2}{2E_2} \int_0^{\frac{l}{2}} (S_2 + s_2) \delta s_2 dx = 0 \quad (13)$$

処が下線を施した部分は、(4)、(5) 及び (6) 式を用いると常に 0 となる事が判る。従つて (13) 式が常に成立するためには残りの項の二重積分の項の和及び一重積分の項の和が夫々 0 でなければならない事となり、前者より歪エネルギー最小の条件に対する微分方程式が得られ、後者はその境界条件となる。今 House は Shear Lag によつて長さ方向の各 Fiber がその方向に互にずれるだけであつて直接曲率の変化には影響を与えないものと仮定し、歪エネルギーの変分に於いて Wall の部分の曲げ応力は仕事をしないものとし、2 個の不静定量として m_1 及び m_2 を選び、 $\delta m_2 = 0$ 及び $\delta m_1 = 0$ の各場合について整理すれば夫々次の 2 つの方程式が得られる。

$$(\Gamma_{11} D^2 + \Theta_{11}) m_1(x) + (\Gamma_{12} D^2 + \Theta_{12}) m_2(x) = \Gamma_{13} D^2 M_1(x) + \Gamma_{14} D^2 N_2(x) \quad (14)$$

$$(\Gamma_{21} D^2 + \Theta_{21}) m_1(x) + (\Gamma_{22} D^2 + \Theta_{22}) m_2(x) = \Gamma_{23} D^2 M_1(x) + \Gamma_{24} D^2 N_2(x) \quad (15)$$

但し $D^2 = \frac{d^2}{dx^2}$

$N_2(x) = A_2 S_2$ (N_2 は Bleich の論文中的記号と同意義)

$$\Gamma_{11} = \frac{E_1}{G_1} \left[\phi_1 \lambda_{11} + \left(\frac{1}{3} \phi_1 + \phi_2 \right) \lambda_{21} + (\phi_3 + \phi_4) \lambda_{31} + \left(\frac{1}{4} \phi_3 + \phi_6 \right) \lambda_{41} + a_2 \phi_3 \lambda_{51} \right] - \Gamma_{13}$$

$$\Gamma_{12} = \frac{E_1}{G_1} \left[\phi_1 \lambda_{12} + \left(\frac{1}{3} \phi_1 + \phi_2 \right) \lambda_{22} + (\phi_3 + \phi_4) \lambda_{32} + \left(\frac{1}{4} \phi_3 + \phi_6 \right) \lambda_{42} + a_2 \phi_3 \lambda_{52} \right]$$

$$\Gamma_{13} = -\frac{E_1}{G_1} (g_1 + g_4) \left[(1 - k_1) \phi_1 + \frac{1}{2} (1 - 2k_1) (\phi_3 + \phi_4) \right]$$

$$\Gamma_{14} = \frac{E_1}{G_1} \left[\frac{1}{A_0 + A_1} (\phi_1 + \phi_3 + \phi_4) - \frac{1}{A_2} a_2 \phi_3 \right]$$

$$\Theta_{11} = \frac{2}{b^2} \phi_1 \lambda_{21} - \frac{6}{h^2} \phi_5 \lambda_{41}$$

$$\Theta_{12} = \frac{2}{b^2} \phi_1 \lambda_{22} - \frac{6}{h^2} \phi_5 \lambda_{42}$$

Γ_{21} , Θ_{21} は Γ_{11} , Θ_{11} の ϕ_j の代りに ψ_j を代入したもの

$$\phi_1 = a_3 \left[\frac{1}{3} (1 - k_1) (g_1 + g_4) + \frac{1}{3} \lambda_{11} + \frac{1}{15} \lambda_{21} \right]$$

$$\phi_2 = -\frac{2}{3} a_3 \left[\frac{1}{15} (1 - k_1) (g_1 + g_4) + \frac{1}{15} \lambda_{11} + \frac{1}{105} \lambda_{21} \right]$$

$$\phi_3 = \left[\frac{1}{6} (1 - 3k_1) (g_1 + g_4) + \frac{1}{2} \lambda_{31} + \frac{1}{5} \lambda_{41} + a_2 \lambda_{51} \right]$$

$$\phi_4 = -\left[\frac{1}{24} (1 - 4k_1) (g_1 + g_4) + \frac{1}{6} \lambda_{31} + \frac{1}{12} \lambda_{41} + \frac{1}{2} a_2 \lambda_{51} \right]$$

$$\phi_5 = \left[\frac{1}{120}(1-5k_1)(g_1+g_4) + \frac{1}{24}\lambda_{31} + \frac{1}{42}\lambda_{41} + \frac{1}{6}a_2\lambda_{51} \right]$$

$$\phi_6 = -6 \left[\frac{1}{5040}(1-7k_1)(g_1+g_4) + \frac{1}{720}\lambda_{31} + \frac{1}{1080}\lambda_{41} + \frac{1}{120}a_2\lambda_{51} \right]$$

ψ_j は ϕ_j の [] 内の第 1 項を省略し且つ λ_{41} の代りに λ_{42} を使用したもの。

2-4 Shear Lag を考慮した後の修正

以上の計算に於いては q の変化を考慮しなかつた。処が附加応力のために House 及び Hull は変形し、そのため Upper Deck の反力 q が変化してこれが又応力分布に影響を与える筈である。

Hull の方は最初から Beam Theory を適用しているから附加応力による曲率の変化は直ちに求める事が出来るが、House では Shear Lag を考慮しているから、厳密に曲率の変化を求める事は困難である。それ故前にも仮定した如く、Shear Lag そのもののために各 Fiber は長さ方向にずれるが、曲率の変化は近似的に附加応力によつて生じた House の断面の図心のまわりの曲げモーメントに比例するものとして Beam Theory を適用し得るものとする。この様に仮定すれば、(8) 式を最初から q の変化を考慮した関係式にしておき、 $\delta W=0$ の式と連立させて解く事も出来るが、今考慮している修正量は余り大でないものと考えて次のような近似法を用いる事にする。

即ち今述べた仮定を用いて House 及び Hull の附加撓みの差による Upper Deck の反力の変化量 Δq を求め、House 及び Hull はその反力に等しい荷重を受けて変形するものとし、両者の縦歪が Upper Deck の所で連続するという条件を用いて解けば、修正モーメント ΔM_1 , ΔM_2 及び修正引張応力 ΔS_1 , ΔS_2 は次の如くなる。

$$\Delta M_1 = \frac{1}{1-e_1 A_2 L} \left[K \int_{-\frac{l}{2}}^{\frac{l}{2}} \int_0^{\pi} \int_0^{\pi} \int_0^{\pi} \left(-\frac{\mu m_2}{E_1 I_1} - \frac{m_2}{E_2 I_2} \right) dx^4 + V_0 \left(x^2 - \frac{l^2}{4} \right) \right] \quad (16)$$

$$\Delta M_2 = [(e_1 + e_2) A_2 L - 1] \Delta M_1 \quad (17)$$

$$\Delta S_2 = -\frac{A_0 + A_1}{A_2} \Delta S_1 = L \Delta M_1 \quad (18)$$

$$\text{但し } \mu = A_0(h - e_1) \left(\lambda_{12} + \frac{1}{3}\lambda_{22} \right) - A_1 \left\{ \left(e_1 - \frac{1}{2}h \right) \lambda_{32} + \frac{1}{4} \left(e_1 - \frac{1}{5}h \right) \lambda_{42} \right\}$$

$$L = \frac{1 - \frac{g_1}{g_2 j}}{\frac{1}{g_2 j} \left(j + \frac{A_2}{A_0 + A_1} \right) + (e_1 + e_2) A_2}$$

$$V_0 = \frac{K}{l} \int_0^{\frac{l}{2}} \int_0^{\pi} \int_0^{\pi} \left[\frac{\mu m_2}{E_1 I_1} - \frac{m_2}{E_2 I_2} \right] dx^3$$

§ 3. 計算値と実験値との比較

3-1 箱型模型試験

以上述べた計算法による値と実験値とを比較するため鋼製箱型模型の均一曲げ試験を行つた。模型及び荷重装置等は日本造船研究協会、第 11 研究部会に於いて使用されたもの⁶⁾を用い、House の長さを夫々 1000mm, 750mm, 500mm, 250mm 及び 100mm の 5 種類に変えて均一曲げ荷重を加え、各部の縦歪分布を抵抗線歪計を使用して実測した。

3-2 均一曲げ荷重を受ける場合の解

均一曲げ荷重を受ける場合には、模型が $\bar{x}$ に関して対称であるから、 M_i 及び N_i は偶函数のみで表わされ、(14) 及び (15) 式の微分方程式及びその一般解は夫々次の如き形をとる。

$$(\Gamma_{11} D^2 + \Theta_{11}) m_1(x) + (\Gamma_{12} D^2 + \Theta_{12}) m_2(x) = A_{11} \cosh \gamma x \cos \gamma x + A_{12} \sinh \gamma x \sin \gamma x \quad (19)$$

$$m_i(x) = C_{i1} \cosh \xi x + C_{i2} \cosh \eta x + J_{i1} \cosh \gamma x \cos \gamma x + J_{i2} \sinh \gamma x \sin \gamma x \quad (20)$$

$$\text{但し } D^2 = \frac{d^2}{dx^2}, \quad i=1, 2$$

6) 上部構造の効きに関する研究、日本造船研究協会報告、第 11 研究部会、昭和 30 年 9 月

A_{ij}, J_{ij} =常数, C_{ij} =任意常数

任意常数 C_{ij} は境界条件より定められるもので、先に変分の際に出て来たところの境界条件式

$$\int_0^b \left[\frac{\partial H_0}{\partial x} \delta H_0 \right]_0^{\frac{l}{2}} dy_0 + \int_{-c_1}^{h-c_1} \left[\frac{\partial H_1}{\partial x} \delta H_1 \right]_0^{\frac{l}{2}} dz_1 = 0 \quad (21)$$

は $x=0$, 即ち 図 1 では対称の条件より $\tau = -\partial H / \partial x = 0$ なる事並びに House End での応力は変分の際に勝手に変化させない事より $[\delta H_i]_{x=\frac{l}{2}} = 0$ の2条件を用いると0となる。従つて任意常数 C は次の境界条件を用いて決定する。即ち House End では実際はその下縁以外の部分では応力が存在しないが、今考慮している附加応力成分によつては完全にその状態を表わす事は出来ないから、Bleich の解に於いて生じているところの端部での引張力及び曲げモーメントを出来るだけ小さくするように決定する。そのため M_1 に対して m_1 を, S_1 に対して s_3 を用いてそれ等を打消すようにすれば、次の如くなる。

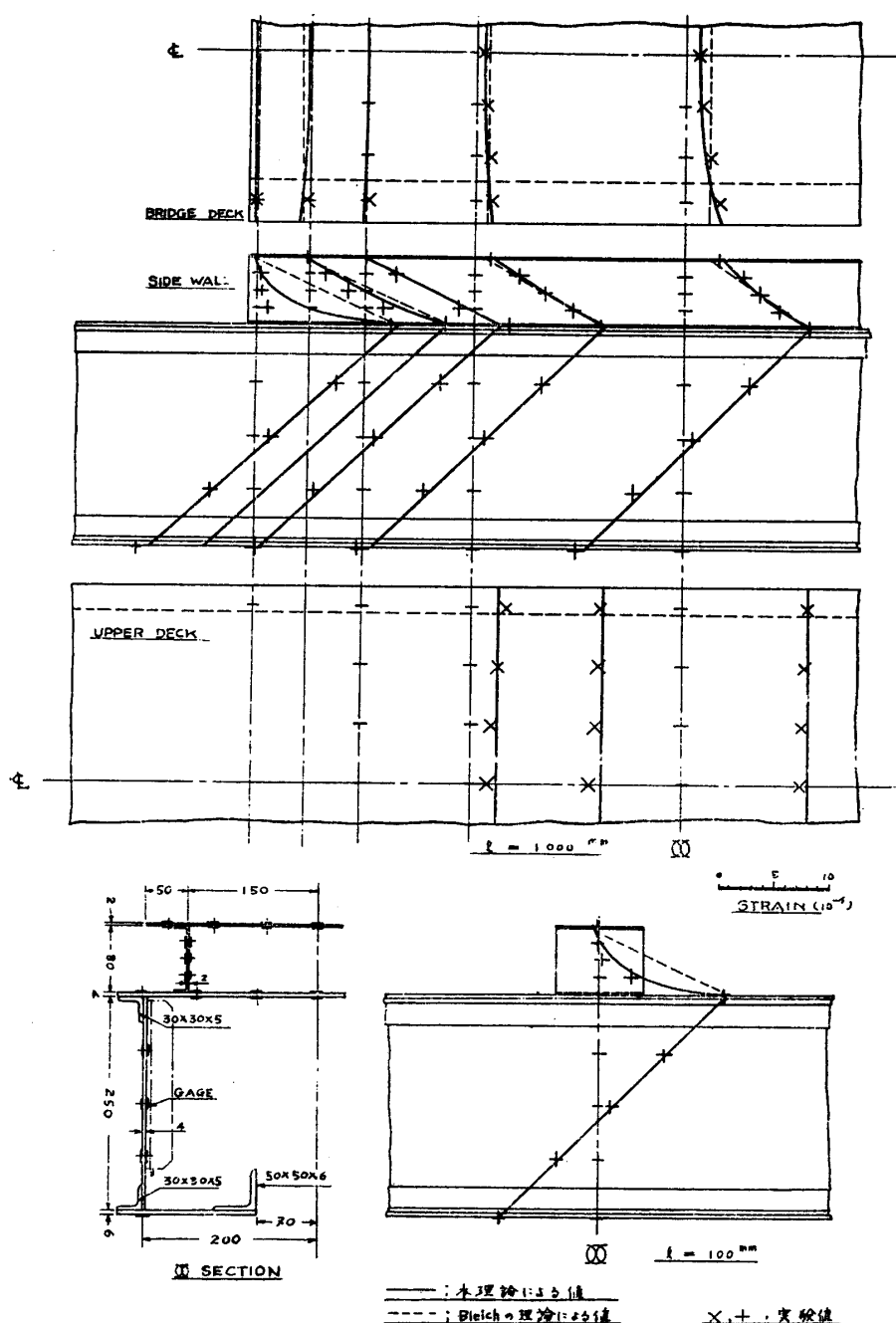
$$m_1 \left(\frac{l}{2} \right) = -M_1 \left(\frac{l}{2} \right) \quad (22)$$

$$s_3 \left(\frac{l}{2} \right) = -S_1 \left(\frac{l}{2} \right) \quad (23)$$

尚、この模型に於ける Upper Deck の横方向の曲げ剛性は Side Shell のそれに比べて小さい事及び Deck の垂直方向の Stiffness Factor K の効き方は $4/\sqrt{K}$ に比例する故、本計算に於いては近似的に Upper Deck を両端固定の梁と見做して K を算定し、 $K/E_2 = 3.965 \times 10^{-4}$ なる値を用いた。

3-3 計算値と実験値との比較

実験結果の中で House の最も長い場合 ($l=1000\text{mm}$) 及び最も短い場合 ($l=100\text{mm}$) についての縦歪分布に関して計算値と実験値とを比較したものが第3図である。図中の×印は実験値を示し、実線は本理論によるもの、点線は Bleich の理論による値である。House の長い場合には両理論の差は両端部以外では僅少であるが、短い場合には可成りの差異が認められる。尚本模型では K/E の値が非常に小さいが、この値が大きくなれば House に作用する剪断力が大となり Shear Lag の影響も大になる筈である。又 Wall の端部では実



第3図

験値の方が小さくなっているが、これは附加応力成分として3次の Parabola の項までしか考慮して居らない為である。処が非常に短い House の場合に於いても中央部では可成り良く一致している故、House 端での応力分布を問題にしなければこの程度で差支えないように思われる。

§ 4. 結 言

上部構造の応力分布に関する Shear Lag の影響を調査し、Bleich の理論の適用範囲を調べると共に Short House の取扱い方を研究するため、先ず Shear Lag を考慮した曲げ計算式を導き実験結果と比較してほぼ満足す可き結果を得た。尚、Superstructure のように外板と Wall とが連続している場合には如何に考える可きか、或いは Upper Deck の Stiffness Factor K が長さ方向に変化する場合は如何なる方法が最も適切であるか、又実船の場合には K の評価を如何にす可きか、Al 合金を上部構造に使用した場合には如何なる利害が生ずるか等に関して多くの問題が残されているが、これ等に関しては引続き研究を行う予定である。

終りに本理論の計算を担当された大学院学生上田幸雄君並びに福井隆雄君及び主として実験を担当された助手福岡広行君並びに大学院学生安川 度君に深く感謝する。
