

鹿島道路技術研究所 遠 藤 靖

1 緒言 前回の講演会で発表したものは法覆工に作用する波の峯巾が無限大の場合すなわち波を2次元的に取扱ったが、実際に法覆工に作用する波—砕け波の奥行すなわち峯巾はもとより無限大ではなく、むしろ思つたよりも短いようである。また前回では波圧の分布、大きさ、作用時間等には全然触れないので計算法としては甚だ不十分なものであつた。そこで今回は波の作用奥行すなわち峯巾および波圧分布、最大波圧、作用時間等についても試案を示すと共に有限奥行の場合に対する計算法を提示して実際のアスファルト系法覆工の扱いに役立つようにした。

2 波力 法覆工の計算の対象とする波はすべて砕け波と考えることとし、しかもこの砕け波は有限峯巾の波すなわち切れ波とする。なお現在わが国においてアスファルト系法覆工を考える実際の海岸を念頭に置いて、風波を生ずる原因である吹送距離 F を最大60km、水深 h は10~40m程度、風速 U は20~30 $\frac{m}{sec}$ 程度と想定することとする。

2-1 切れ波の峯巾 切れ波の波速を C' 、切れない波の波速を C 、切れ波の波長を L 、切れ波の峯巾を l' とすれば(21)式の関係がある。 $C' = C \left\{ 1 + \left(\frac{l'}{L} \right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \dots (21)$ また波のスペクトル理論から、 X 軸に沿った平均波長 $\bar{L}$ は平均周期と干とすれば(22)式で表わされる。 $\bar{L} = \frac{2\pi}{gT} \dots (22)$

さらに、切れない波の有義波周期のうち認め得る最小周期はスペクトル密度 E の3%に対応するものであり且つ切れ波の有義波平均周期と切れない波の有義波平均周期が等しい場合と条件として取り入れて(21)式および(22)式を使用すれば $l' = 0.685 L$ と得る。これは最小値でありこれより大なる l' が無数にあり得るゆえ一般には $l' \geq 0.685 L \dots (23)$

2-2 浅水波における諸値 海岸堤防の対象となるのは一般に浅水波であるが2に述べた風波要因の範囲では波高、周期を與えられたときは波長が浅水波としても深水波と考へても余り差異がないことを確かめた上に 2-1の諸関係が浅水波においても成立するものと仮定し、なお(24)式のBretschneiderの関係 $T = 3.86 \sqrt{H} \quad (H: \text{有義波高(m)}, T: \text{有義波の周期(sec)}) \dots (24)$ を用いて(25)~(27)式を得る。 浅水波の波長 $L = 24 H \dots (25)$ 波形勾配 $H/L = 0.042 \dots (26)$

浅水波の切れ波の峯巾 $l = 10 H \dots (27)$

2-3 最大波圧、作用巾、作用時間 砕け波による最大波圧は衝突瞬間における動水圧とすることとし、Minikin式 $p_{max} = 1024 h_1 (1 + \frac{h_1}{h_0}) \frac{H}{L} \quad (p_{max}: \text{最大波圧}(\frac{kg}{cm^2}), H: \text{波高(m)}, L: \text{波長(m)}, h_1: \text{マウンド水平部の水深(m)}, h_0: \text{前面の水深}) \dots (28)$ と基本式として傾斜法面に適合するように補正した。傾斜法面の場合 h_1 を砕波水深にとることにして $h_1 = \frac{5}{4} H$ とし、(26)式より $H/L = 0.042$ とし更に傾斜面であるから上式に $\sin \theta = \frac{1}{m+1}$ を乗ずる。しかしながら砕け波の作用方向は必ずしも水平ではない理由もあり以上の如く補正した波圧は実測値とも合わないの、農業土木試験場における実験、Asbeckの提案値、Дичинкоб-чевић 式の計算値等を参照して補正係数 $0.5(2.5m+1)$ を乗じ数字と安全側に丸めた結果、最大波圧式として(29)式を得る。ただし $6 \geq m \geq 2$ (m : 法勾配)

$$p_{max} = 3H(1 + 1.25 \frac{H}{h_0}) \frac{2.5m+1}{m^2+1} (\frac{kg}{cm^2}) \dots (29)$$

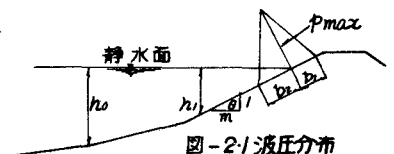


図-2-1 波圧分布

波圧分布は図-21の如く三角形で法面上 b_1+b_2 に分布するものとするが、慎重を期する場合には図-22のソ連基準によることが適当かと思われる。

$$\xi_1 = 0.025S; \xi_2 = 0.053S; \xi_3 = 0.065S; \xi_4 = 0.135S; S = \frac{m\lambda}{2\sqrt{m^2+1}} \dots (2.10)$$

農業土木試験場の実験においても図-22のような傾向が認められるが、ここでは通常に図-21の分布をとることにし、分布巾 b_1, b_2 は(2.10)式を用いこれに(2.6)式の関係を入れて(2.11)式と定める。

$$b_1 = 0.3H \frac{m}{\sqrt{m^2+1}}; b_2 = 0.63H \frac{m}{\sqrt{m^2+1}} \dots (2.11)$$

すなわち $b_1:(b_1+b_2) \approx 30\%; b_2:(b_1+b_2) \approx 70\%$ となる。

次にこの最大波圧の作用時間であるが、これは波圧～時間曲線における peak の部分 (Larras の gifle) の時間であつて、アスファルト構造物にとつて甚だ重要な問題であるにか、わらず適当な資料と欠く現状である。いわゆる腰掛部 (bourrage) については波の周期に関係があるようであるが (例えば周期の $\frac{1}{2}$) 衝差部は周期と関係つけられないようである。そこで Asbeck の提案、Rouville および北海道開発局の現場測定値等を参照して一律に $t = 0.1 \text{ sec}$ と仮定する。

3 法覆工 法覆工に対する波の作用面は中々図-21の b_1+b_2 (場合によつては図-22の $\xi_2+\xi_4$)、奥行きは(2.7)式の l とする長方形とし、波圧分布は(2.9)式と図-21 (場合によつては図-22) として、作用面中心における表面の沈下、曲率、上層底面の最大引張応力、最大せん断応力および下層上面の最大せん断応力を計算する。後に述べる半荷重ルールによれば図-21のような分布でも図-22のようなものでもすべて長方形荷重 (等布荷重) と 2 等辺三角形荷重の組み合わせとして処理し得るので、以下に示す諸式はこの 2 基本形に関するものである。この基本形においては巾を $2b$ 、長 (奥行き) を $2B$ とし記号を図-31のように定める。2 層系を考えることにし、図-31において h は上層の厚さ、 E_1 は上層の弾性率、 E_m は下層の弾性率、 α は θ' における上層の最大引張応力と示し、なお $\alpha = \frac{B}{b}$ 、 $m = \frac{E_1}{E_m}$ 、 $n = \frac{h}{b}$ 、 $n_0 = 0.01$ とする。計算は上下層とも poisson 比を 0.5 ととり Boussinesq の弾性論の垂直変位式および垂直応力式を基本式としこれに Odemark の等値法を適用したものである。荷重強度 $\sigma = P_{max}$ は図-32～図-34 参照のこと。

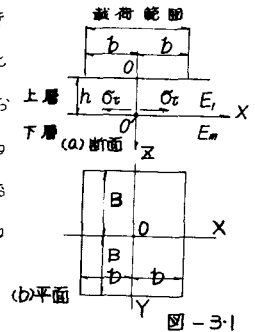


図-3-1

3-1 上層表面の沈下、曲率、底面の最大引張応力および最大せん断応力等

3-1-1 等布荷重 (図-3-2)

沈下 $S_{01} = \frac{3\sigma_0 b}{2\pi E_m} \cdot F_{s1}$

$$F_{s1} = 2 \left\{ \frac{1}{m} (\alpha \sinh^{-1} \frac{1}{\alpha} + \sinh^{-1} \alpha) - \frac{1}{m} \left\{ \alpha \sinh^{-1} \frac{1}{(\alpha^2 + 0.81n^2)^{1/2}} + \sinh^{-1} \frac{\alpha}{(1 + 0.81n^2)^{1/2}} \right\} \right. \\ \left. + \left\{ \alpha \sinh^{-1} \frac{1}{(\alpha^2 + 0.81m^2n^2)^{1/2}} + \sinh^{-1} \frac{\alpha}{(1 + 0.81m^2n^2)^{1/2}} \right\} \right\} \dots (2.1)$$

曲率 $\frac{1}{R_{01}} = \frac{3\sigma_0}{2\pi E_m b} \cdot F_{r1}$

$$F_{r1} = 2\alpha \left\{ \frac{1}{m} (1 + \alpha^2)^{1/2} - \frac{1}{m} \frac{1 + \alpha^2 + 0.81n^2(5 + 3\alpha^2 + 3.24m^2n^2)}{(1 + 0.81n^2)^2(1 + \alpha^2 + 0.81n^2)^{3/2}} \right. \\ \left. + \frac{1 + \alpha^2 + 0.81m^2n^2(5 + 3\alpha^2 + 3.24m^2n^2)}{(1 + 0.81m^2n^2)^2(1 + \alpha^2 + 0.81m^2n^2)^{3/2}} \right\} \dots (2.2)$$

最大引張応力 $\sigma_{t1} = \frac{3\sigma_0}{2\pi} F_i; F_i = f_1 - f_2; f_1 = \frac{4}{3} (f'_1 + a_5 f'_1)$

$$f'_1 = \alpha m n \cdot \frac{1 + \alpha^2 + 0.81m^2n^2(5 + 3\alpha^2 + 3.24m^2n^2)}{(1 + 0.81m^2n^2)^2(1 + \alpha^2 + 0.81m^2n^2)^{3/2}} \\ f'_2 = \frac{mn}{\alpha^2} \cdot \frac{1 + \alpha^2 + 0.81m^2n^2(5 + 3\alpha^2 + 3.24m^2n^2)}{(1 + 0.81m^2n^2)^2(1 + \alpha^2 + 0.81m^2n^2)^{3/2}} \\ f'_3 = \frac{4}{3} \left\{ \sinh^{-1} \frac{\alpha}{(\alpha^2 + 0.81m^2n^2)^{1/2}} + \sinh^{-1} \frac{\alpha}{(1 + 0.81m^2n^2)^{1/2}} \right\} + \frac{0.9\alpha m^2n(1 + \alpha^2 + 1.62m^2n^2)}{(1 + 0.81m^2n^2)(\alpha^2 + 0.81m^2n^2)^{3/2}(1 + \alpha^2 + 0.81m^2n^2)^{3/2}} \dots (2.3)$$

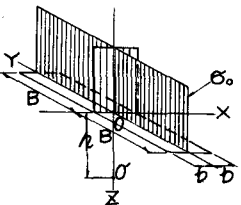


図-3-2 等布荷重

3+2 三角形荷重(I) (图-3-3)

沉下 $S_{02} = \frac{3\sigma_0 b}{2\pi E_m} \cdot F_{s2}$

$$F_{s2} = \alpha \left\{ \frac{1}{m} \left[\alpha - (1+\alpha^2)^{\frac{1}{2}} + 2 \sinh^{-1} \frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\alpha} \sinh^{-1} \alpha \right] - \frac{1}{m} \left\{ (\alpha^2 + 0.81m^2n^2)^{\frac{1}{2}} - (1+\alpha^2 + 0.81m^2n^2)^{\frac{1}{2}} - \frac{0.81m^2n^2}{\alpha} \sinh^{-1} \frac{\alpha}{0.9m^{\frac{2}{3}}n} \right. \right. \\ \left. \left. + 2 \sinh^{-1} \frac{1}{(\alpha^2 + 0.81m^2n^2)^{\frac{1}{2}}} + \frac{1+0.81m^2n^2}{\alpha} \sinh^{-1} \frac{\alpha}{(1+0.81m^2n^2)^{\frac{1}{2}}} \right\} \right. \\ \left. + (\alpha^2 + 0.81m^2n^2)^{\frac{1}{2}} - (1+\alpha^2 + 0.81m^2n^2)^{\frac{1}{2}} - \frac{0.81m^2n^2}{\alpha} \sinh^{-1} \frac{\alpha}{0.9m^{\frac{2}{3}}n} \right. \\ \left. + 2 \sinh^{-1} \frac{1}{(\alpha^2 + 0.81m^2n^2)^{\frac{1}{2}}} + \frac{1+0.81m^2n^2}{\alpha} \sinh^{-1} \frac{\alpha}{(1+0.81m^2n^2)^{\frac{1}{2}}} \right\} \quad (34)$$

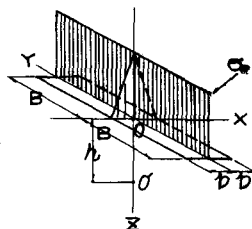


图 - 3-3 三角形荷重(I)

曲率 $\frac{1}{R_{02}} = \frac{3\sigma_0}{2\pi E_m b} \cdot F_{r2}$

$$F_{r2} = 2\alpha \left\{ \frac{1}{m} \left[\frac{1}{(1+\alpha^2)^{\frac{1}{2}}} + \frac{1}{\alpha} \left\{ \sinh^{-1} \frac{\alpha}{0.9m^{\frac{2}{3}}n} - \sinh^{-1} \frac{\alpha}{(1+0.81m^2n^2)^{\frac{1}{2}}} \right\} \right] - \frac{1}{m} \left\{ \frac{(1+0.81m^2n^2)(1+\alpha^2 + 0.81m^2n^2)^{\frac{1}{2}} - 0.81m^2n^2(\alpha^2 + 0.81m^2n^2)^{\frac{1}{2}}}{(1+0.81m^2n^2)(1+\alpha^2 + 0.81m^2n^2)^{\frac{1}{2}}} + \frac{1}{\alpha} \left\{ \sinh^{-1} \frac{1}{0.9m^{\frac{2}{3}}n} - \sinh^{-1} \frac{\alpha}{(1+0.81m^2n^2)^{\frac{1}{2}}} \right\} \right\} \right. \\ \left. + \frac{(1+0.81m^2n^2)(1+\alpha^2 + 0.81m^2n^2)^{\frac{1}{2}} - 0.81m^2n^2(\alpha^2 + 0.81m^2n^2)^{\frac{1}{2}}}{(1+0.81m^2n^2)(1+\alpha^2 + 0.81m^2n^2)^{\frac{1}{2}}} + \frac{1}{\alpha} \left\{ \sinh^{-1} \frac{\alpha}{0.9m^{\frac{2}{3}}n} - \sinh^{-1} \frac{\alpha}{(1+0.81m^2n^2)^{\frac{1}{2}}} \right\} \right\} \quad (35)$$

最大引张应力 $\sigma_{t2} = \frac{3\sigma_0}{2\pi} \cdot F_2$; $F_2 = f_1 - f_2$; $f_1 = \frac{4}{3}(f_1' + 0.5f_1'')$

$$f_1' = \alpha mn \left\{ \frac{(1+0.81m^2n^2)(1+\alpha^2 + 0.81m^2n^2)^{\frac{1}{2}} - 0.81m^2n^2(\alpha^2 + 0.81m^2n^2)^{\frac{1}{2}}}{(1+0.81m^2n^2)(1+\alpha^2 + 0.81m^2n^2)^{\frac{1}{2}}} + \frac{1}{\alpha} \left\{ \sinh^{-1} \frac{\alpha}{0.9m^{\frac{2}{3}}n} - \sinh^{-1} \frac{\alpha}{(1+0.81m^2n^2)^{\frac{1}{2}}} \right\} \right\} \\ f_1'' = \frac{mn}{2} \left\{ \alpha^2 \left[\frac{1}{(1+\alpha^2 + 0.81m^2n^2)^{\frac{1}{2}}} + \frac{1}{(1+0.81m^2n^2)^{\frac{1}{2}}} \right] \left(6 - \frac{1-0.81m^2n^2}{1+\alpha^2 + 0.81m^2n^2} - \frac{4}{1+0.81m^2n^2} \right) \right. \\ \left. + 0.81m^2n^2 \left\{ \frac{1}{(1+\alpha^2 + 0.81m^2n^2)^{\frac{1}{2}}} - \frac{1}{(1+0.81m^2n^2)^{\frac{1}{2}}} + \frac{1}{(1+\alpha^2 + 0.81m^2n^2)^{\frac{1}{2}}} \left(3 - \frac{1-0.81m^2n^2}{1+\alpha^2 + 0.81m^2n^2} - \frac{4}{1+0.81m^2n^2} \right) \right\} \right. \\ \left. + \frac{0.9\alpha m^{\frac{2}{3}}n(1+\alpha^2 + 1.62m^2n^2)}{(1+0.81m^2n^2)(\alpha^2 + 0.81m^2n^2)^{\frac{1}{2}}} + \frac{0.729mn^3}{(1+0.81m^2n^2)(1+\alpha^2 + 0.81m^2n^2)^{\frac{1}{2}}} - 0.81m^2n^2(\alpha^2 + 0.81m^2n^2)^{\frac{1}{2}} \right\} \quad (36)$$

3+3 三角形荷重(II) (图-3-4)

沉下 $S_{03} = \frac{3\sigma_0 b}{2\pi E_m} \cdot F_{s3}$

$$F_{s3} = \frac{1}{\alpha} \left\{ \frac{1}{m} \left[1 - (1+\alpha^2)^{\frac{1}{2}} + 2\alpha \sinh^{-1} \alpha + \alpha^2 \sinh^{-1} \frac{1}{\alpha} \right] - \frac{1}{m} \left\{ (1+0.81m^2n^2)^{\frac{1}{2}} - (1+\alpha^2 + 0.81m^2n^2)^{\frac{1}{2}} + 0.81m^2n^2 \sinh^{-1} \frac{1}{0.9m^{\frac{2}{3}}n} \right. \right. \\ \left. \left. + 2 \sinh^{-1} \frac{1}{(1+0.81m^2n^2)^{\frac{1}{2}}} + (\alpha^2 + 0.81m^2n^2) \sinh^{-1} \frac{1}{(\alpha^2 + 0.81m^2n^2)^{\frac{1}{2}}} \right\} \right. \\ \left. + (1+0.81m^2n^2)^{\frac{1}{2}} - (1+\alpha^2 + 0.81m^2n^2)^{\frac{1}{2}} - 0.81m^2n^2 \sinh^{-1} \frac{1}{0.9m^{\frac{2}{3}}n} \right. \\ \left. + 2\alpha \sinh^{-1} \frac{1}{(1+0.81m^2n^2)^{\frac{1}{2}}} + (\alpha^2 + 0.81m^2n^2) \sinh^{-1} \frac{1}{(\alpha^2 + 0.81m^2n^2)^{\frac{1}{2}}} \right\} \quad (37)$$

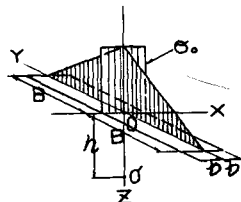


图 - 3-4 三角形荷重(II)

曲率 $\frac{1}{R_{03}} = \frac{3\sigma_0}{2\pi E_m b} \cdot F_{r3}$

$$F_{r3} = \frac{1}{\alpha} \left\{ \frac{1}{m} \left[\frac{\alpha^2}{(1+\alpha^2)^{\frac{1}{2}}} \left(2 - \frac{1}{1+\alpha^2} + \frac{1}{(1+\alpha^2)^{\frac{1}{2}}} \left(3 - \frac{1}{1+\alpha^2} \right) 2 \right) + \frac{1}{m} \left\{ \frac{\alpha^2}{(1+\alpha^2 + 0.81m^2n^2)^{\frac{1}{2}}} \left(6 - \frac{1-0.81m^2n^2}{1+\alpha^2 + 0.81m^2n^2} - \frac{4}{1+0.81m^2n^2} \right) \right. \right. \right. \\ \left. \left. + 0.81m^2n^2 \left\{ \frac{1}{(1+\alpha^2 + 0.81m^2n^2)^{\frac{1}{2}}} - \frac{1}{(1+0.81m^2n^2)^{\frac{1}{2}}} \right\} + \frac{\alpha^2}{(1+\alpha^2 + 0.81m^2n^2)^{\frac{1}{2}}} \left(3 - \frac{1-0.81m^2n^2}{1+\alpha^2 + 0.81m^2n^2} - \frac{4}{1+0.81m^2n^2} \right) \right\} \right. \right. \\ \left. \left. + \left\{ \frac{\alpha^2}{(1+\alpha^2 + 0.81m^2n^2)^{\frac{1}{2}}} + 0.81m^2n^2 \left(6 - \frac{1-0.81m^2n^2}{1+\alpha^2 + 0.81m^2n^2} - \frac{4}{1+0.81m^2n^2} \right) + 0.81m^2n^2 \left\{ \frac{1}{(1+\alpha^2 + 0.81m^2n^2)^{\frac{1}{2}}} - \frac{1}{(1+0.81m^2n^2)^{\frac{1}{2}}} \right\} \right\} \right. \right. \\ \left. \left. + \frac{\alpha^2}{(1+\alpha^2 + 0.81m^2n^2)^{\frac{1}{2}}} \left(3 - \frac{1}{1+\alpha^2 + 0.81m^2n^2} \right) - \frac{1}{(1+0.81m^2n^2)^{\frac{1}{2}}} \left(3 - \frac{1}{1+0.81m^2n^2} \right) \right\} \right\} \quad (38)$$

最大引张应力 $\sigma_{t3} = \frac{3\sigma_0}{2\pi} \cdot F_3$; $F_3 = f_1 - f_2$; $f_1 = \frac{4}{3}(f_1' + 0.5f_1'')$

$$f_1' = \frac{mn}{2\alpha} \left\{ \frac{\alpha^2}{(1+\alpha^2 + 0.81m^2n^2)^{\frac{1}{2}}} \left(6 - \frac{1-0.81m^2n^2}{1+\alpha^2 + 0.81m^2n^2} - \frac{4}{1+0.81m^2n^2} \right) \right. \\ \left. + 0.81m^2n^2 \left\{ \frac{1}{(1+\alpha^2 + 0.81m^2n^2)^{\frac{1}{2}}} - \frac{1}{(1+0.81m^2n^2)^{\frac{1}{2}}} \right\} + \frac{\alpha^2}{(1+\alpha^2 + 0.81m^2n^2)^{\frac{1}{2}}} \left(3 - \frac{1-0.81m^2n^2}{1+\alpha^2 + 0.81m^2n^2} - \frac{4}{1+0.81m^2n^2} \right) \right. \\ \left. + \frac{mn}{\alpha^2} \left\{ \frac{(1+0.81m^2n^2)\alpha^2}{(1+0.81m^2n^2)^{\frac{1}{2}}} \left(6 - \frac{1-0.81m^2n^2}{1+\alpha^2 + 0.81m^2n^2} - \frac{4}{1+0.81m^2n^2} \right) \right. \right. \\ \left. \left. + \alpha \left\{ \sinh^{-1} \frac{1}{0.9m^{\frac{2}{3}}n} - \sinh^{-1} \frac{1}{\alpha(1+0.81m^2n^2)^{\frac{1}{2}}} \right\} \right\} \right. \\ \left. f_2 = \frac{4}{3} \left\{ \sinh^{-1} \frac{\alpha}{(\alpha^2 + 0.81m^2n^2)^{\frac{1}{2}}} + \frac{0.9\alpha m^{\frac{2}{3}}n(1+\alpha^2 + 1.62m^2n^2)}{(1+0.81m^2n^2)(\alpha^2 + 0.81m^2n^2)^{\frac{1}{2}}} + \frac{0.729mn^3}{\alpha} \left\{ \frac{1}{(\alpha^2 + 0.81m^2n^2)^{\frac{1}{2}}} - \frac{1}{(1+\alpha^2 + 0.81m^2n^2)^{\frac{1}{2}}} \right\} \right\} \quad (39)$$

3-1-4 上層底面の最大せん断応力 τ_{max} および τ_{max} の妨らく面に作用する圧縮応力 σ'

載荷中心線上で上層底面の点O(図-31)では引張応力と垂直応力は主応力となるので

$$\tau_{max} = \frac{\sigma_t - \sigma_o}{2} ; \quad \sigma = \frac{\sigma_t + \sigma_o}{2} \dots \dots \dots (3-10) \quad \text{こゝに } \sigma_t = \text{荷重形に応じて (3-3), (3-6), (3-9) 式中の } \sigma_{t1} \sim \sigma_{t3} \text{ とする}$$

$$\sigma_o = -\frac{3\sigma_o}{2\pi} f_2 ; \quad f_2 = \text{荷重形に応じて (3-3), (3-6), (3-9) 式中の } f_2 \text{ とする}$$

3-2 下層上面の最大せん断応力

3-2-1 成分応力 図-31の点Oにおける最大せん断応力を求めるためにまずこの点における成分応力 $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z, \tau_{xy}, \tau_{yz}, \tau_{zx}$ と求めるのであるが符号は一般弾性論において用いられるようにする。その結果の諸式も求めているが冗長となるのでこゝでは掲記を省略する。

3-2-2 最大せん断応力 τ_{max} および τ_{max} の妨らく面に作用する圧縮応力 σ'

成分応力の値を(3-11)式に入れてS Kついて(3-11)式を解けばこのとき得られる3個の根は3個の主応力である。その最大のを S_{max} 、最小のを S_{min} とすれば(3-12)式より τ_{max} と σ' が求められる。

$$S^3 - (\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z)S^2 + (\sigma_x\sigma_y + \sigma_y\sigma_z + \sigma_z\sigma_x - \tau_{yz}^2 - \tau_{zx}^2 - \tau_{xy}^2)S - (\sigma_x\sigma_y\sigma_z + 2\tau_{yz}\tau_{zx}\tau_{xy} - \sigma_x\tau_{yz}^2 - \sigma_y\tau_{zx}^2 - \sigma_z\tau_{xy}^2) = 0 \dots \dots \dots (3-11)$$

$$\tau_{max}' = \frac{S_{max} - S_{min}}{2} ; \quad \sigma' = \frac{S_{max} + S_{min}}{2} \dots \dots \dots (3-12)$$

3-3 半荷重ルール 以上の所論は荷重形も載荷形もすべて対称的のものとして取り扱っている(図-31~図-34)。ところが波圧分布は対称的でない。然し対称計算で十分なのである。もし対称軸 Oy, Oz の右半または左半だけの載荷状態の場合には上K掲げた諸式の値が $\frac{1}{2}$ となる。これを半荷重ルールと呼ぶことにする。半荷重の組み合わせによれば荷重分布が直線的である限り如何なる荷重の場合でも計算し得るのである。従つて図-21の場合にはもとより図-22の場合、さうK図-22のような波圧分布に繞いて夏の三角形波圧が作用する場合にも(農業土本試験場の実験に現われている)計算が可能となる。

3-4 照査の基準 以上の諸式によつて求められる値の許容値と如何にとるべきか。道路においてはアスファルト混合物の疲労に対して支配的影響を與えるのは引張ヒズミであるとしてこのヒズミ量を 145×10^{-4} にとることが提案されてより、路床に対しては垂直ヒズミの許容値として 6.5×10^{-4} が挙げられている。法覆工ではこれを単に参考値と考え、建前としてはAlbeckの提案、北政諸国の例にならつて法下の許容値を $1mm$ 、曲率のそれを $35m$ とした上K、諸材料の抵抗強度が諸計算値以上であることを照査要件とすることがとりあへずの措置と考えられる。抵抗強度はアスファルト混合物でも基盤土においても粘着カと内部摩擦角の関数とするCoulomb式を用いる。上の諸計算の場合および照査に必要な値の参考値を表-3-1に掲げる。

表-3-1 アスファルト・コンクリートおよび砂の計算用参考値

	弾 性 率 (Kg/cm^2)		曲引抵抗 (Kg/cm^2)	粘着力 (Kg/cm^2)	内部摩擦角 ($^\circ$)
アスファルト・コンクリート	Stiffness E_1 (5°C 0.1sec 10万回)	50,000	15 (5°C 10万回)	5 (5°C 10万回)	30
砂	変形係数 E_m (弾 性 率 により)	900 ~ 1,800	—	—	35

4 結語 海岸選防におけるアスファルト系法覆工の安全性の照査に關する計算には以上の如き波力に対するもの、外K高温時におけるだれの計算、法覆工背後の水圧による安定性の計算、許容変位に關する計算法等があるが、こゝでは専ら波力の分に止めた。また(3-1)~(3-9)式の数値計算のためK波圧計算に屢々必要とする範囲について図表化しているがこゝでは割愛した。この小論を草するに當り波に關しては東大本間教授並びに堀川助教授、農業土本試験場桜井技官より種々有益な指導を賜りました。こゝ厚くお禮を申し上げます。なだし内容は筆者だけの責任であることを特に申し添える。また東島道路研究所の諸兄には数々御援力をいただいたことについて心から感謝の意を表します。おわり

(67.2.11)