

$$\left. \begin{aligned} X_3 &= \left(1 - \frac{x^4}{2^2 \cdot 4^2} + \frac{x^8}{2^2 \cdot 4^2 \cdot 6^2 \cdot 8^2} - \dots \right) \log x + \frac{3x^4}{128} - \frac{25}{1,769,472} x^8 + \\ X_4 &= \left(x^2 - \frac{x^6}{4^2 \cdot 6^2} + \frac{x^{10}}{4^2 \cdot 6^2 \cdot 8^2 \cdot 10^2} - \dots \right) \log x + \frac{5}{3456} x^6 - \frac{1054 \cdot 10^{-4}}{442,368} x^{10} + \end{aligned} \right\}$$

となり等厚円板の場合の同様の解, 例えば “Theory of plates and shells” by Timoshenko P.278 (p)式と一致する。

(1-2) 巻立なき円形隧道掘鑿による隧道周縁の変位及び地表面の沈下について

正員 広島大学工学部 小 田 英 一

円形隧道が水平地表面の下に穿たれた時, この円形隧道附近に生ずべき応力計算に於て, 等方等質完全弾性体に関する平面歪の問題としての近似解として, 平面調和函数より求められる応力が円孔中心より無限大に於て零となり, 円孔周縁上では攪乱されない重力の働く弾性体内の応力と反対の符号を有し絶対値が等しいものとなる様に平面調和函数を採用し, その係数の値を決定する。

この平面調和函数 $\vartheta, r^2 \frac{\partial^2 f'}{\partial r^2}$ より ϑ と共軛なる平面調和函数 ϑ' , 及び $\frac{\partial f'}{\partial r}, \frac{1}{r} \frac{\partial f'}{\partial \theta}$ を求める。又 ϑ, ϑ' より Ω 及び χ を求め, 次の様にして極座標で表わした円形隧道の変位量を求める。

半径方向の変位

$$u_r = \kappa \Omega - \frac{1}{2\mu} \left[\frac{r}{2} \vartheta - \frac{\partial f'}{\partial r} \right]$$

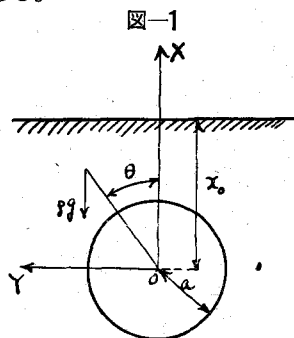
切線方向の変位

$$u_\theta = \kappa \chi + \frac{1}{2\mu} \left[\frac{r}{2} \vartheta' + \frac{1}{r} \frac{\partial f'}{\partial \theta} \right]$$

但し $\kappa = \frac{\lambda + 3\mu}{4\mu(\lambda + \mu)}$ $\lambda, \mu, \dots$ Lamé の弾性常数

今隧道中心の深さを x_0 , 地山の単位体積の重さを ρg とせば, $W = \rho g r_0$

$V = \rho g a$ a : 円形隧道の半径 (図-1 参照), σ : ポアソン比

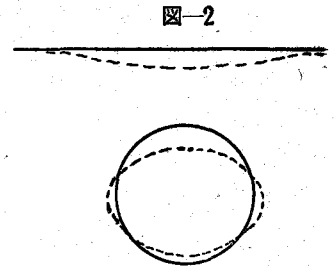


$$\begin{aligned} (u_r)_{r=a} &= -\frac{1}{4\mu} W \left(1 + \frac{\sigma}{1-\sigma} \right) \left(\frac{a}{r} \right) a + \left[-\left(\frac{V\kappa}{4} \frac{1}{1-\sigma} + \frac{V}{16\mu} \frac{3-4\sigma}{1-\sigma} \right) a \left(\frac{1}{2} + \log r \right) \right. \\ &\quad + \frac{V}{16\mu} \frac{1}{1-\sigma} a \cos \theta + \left[-2W\kappa \left(1 - \frac{\sigma}{1-\sigma} \right) \left(\frac{a}{r} \right) a - \frac{W}{4\mu} \left(1 - \frac{\sigma}{1-\sigma} \right) \left(\frac{a}{r} \right)^2 r \right. \\ &\quad + \frac{W}{4\mu} \left(1 - \frac{\sigma}{1-\sigma} \right) \left(\frac{a}{r} \right)^3 a \cos 2\theta + \left[\frac{V\kappa}{2} \left(1 - \frac{\sigma}{1-\sigma} \right) \left(\frac{a}{r} \right)^2 a + \frac{V}{8\mu} \left(1 - \frac{\sigma}{1-\sigma} \right) \left(\frac{a}{r} \right)^3 r \right. \\ &\quad \left. \left. - \frac{V}{8\mu} \left(1 - \frac{\sigma}{1-\sigma} \right) \left(\frac{a}{r} \right)^3 r - \frac{V}{8\mu} \left(1 - \frac{\sigma}{1-\sigma} \right) \left(\frac{a}{r} \right)^4 a \cos 3\theta \right] \right] \\ (u_\theta)_{r=a} &= \left[\left(\frac{V}{16\mu} \frac{3-4\sigma}{1-\sigma} + \frac{V\kappa}{4} \frac{1}{1-\sigma} \right) a \left(\frac{1}{2} + \log r \right) + \frac{V}{16\mu} \frac{1}{1-\sigma} a \right] \sin \theta \\ &\quad + \left[2W\kappa \left(1 - \frac{\sigma}{1-\sigma} \right) \left(\frac{a}{r} \right) a - \frac{W}{4\mu} \left(1 - \frac{\sigma}{1-\sigma} \right) \left(\frac{a}{r} \right)^2 r + \frac{W}{4\mu} \left(1 - \frac{\sigma}{1-\sigma} \right) \left(\frac{a}{r} \right)^3 a \right] \sin 2\theta \\ &\quad + \left[-\frac{V\kappa}{2} \left(1 - \frac{\sigma}{1-\sigma} \right) \left(\frac{a}{r} \right)^2 a + \frac{V}{8\mu} \left(1 - \frac{\sigma}{1-\sigma} \right) \left(\frac{a}{r} \right)^3 r - \frac{V}{8\mu} \left(1 - \frac{\sigma}{1-\sigma} \right) \left(\frac{a}{r} \right)^4 a \right] \sin 3\theta \end{aligned}$$

以上の計算式により $x_0 = 300$ m, $a = 5$ m, $\rho g = 2.345$ t/m³, $\mu = 460$ 000 kg/cm², $\lambda = 36$ 850 kg/cm², $\sigma = 0.22$ として円孔周縁の変位を求める。円形坑頂の変位量は内方に 0.84 cm, 坑底の変位量は内方に 0.78 cm 側壁中央の半径方向の変位量は外方に 0.33 cm となる。

$(u_r)_{r=a}$ なる変位は深い地点の隧道では W が大なる影響を与へ、浅い地点の隧道では次第に V の影響が顕著となつてくる。何れの場合でも円孔の頂部と底部とは内方に変位し、側壁部は外方に変位し、全体としての変形は楕円形状となる。その変位量は深い地点の隧道なる程大となる。又浅い地点の隧道では頂部の内方への変位が底部の夫より著しく大であるが、隧道が深くなれば次第に頂部の変位と底部の変位とは同量になつてくる。

又地平面の隧道掘鑿の影響による沈下は極座標による地表面上の点の座標 (r, θ) をきめれば求められる。その様子は図-2 に示す通りである。（昭和 26 年度文部省科学研究費の補助を受けてゐる）



(1-3) 電気抵抗線歪計による応力測定の実験的研究

正員 京都大学工学部 成 岡 昌 夫
准員 山口大学工学部 ○米 沢 博
准員 京阪神急行電鉄 橋 本 八 三

電気抵抗線歪計はその真価を認められ、各方面に使用され、実験応力解析学の有力な手段となりつゝある。著者はこの1年専らこれについて研究を行つてきたので、こゝに大要を報告したい。

- (1) 使用歪計：共和無線研究所、研友社、島津製作所等の市販品を使用した。
- (2) 接着剤：京大化研製ポリビニルブチルアル及び東芝製マツダアミライト。
- (3) 使用器械：静応力測定には島津製歪測定器、動応力測定には三栄測器製インク書きオッシログラフ及び増巾器、特にこの後者は電気抵抗線歪計による動応力測定に設計されたもので、4,000 サイクルのオッシレーターを使用し、キャリアー・システムの増巾器である。
- (4) 測定例：(a) 大阪商船貨物船あんです丸のデリックポスト試験：ブームに 30t をかけ、左右に振つて、ブームの取付け箇所直下の応力を測定する。
(b) パイプ試験：直径 8", 長さ 69 cm のパイプに水圧をかけ、円周及び軸方向の応力を測定する。
(c) 京阪神急行川勝寺架道橋 (7.62 m の I 形桁) 及び猪名川橋梁 (70 呎のプレートガーダー) に営業電車による桁各点の動応力及び衝撃係数及び電車停車時の応力を測定する。
(d) 国鉄桂川橋梁 (トラス) の下弦材、斜材、垂直材、縦桁の応力を普通、急行列車、普通及び急行電車に対して測定する。
(e) 偏心引張山形鋼の試験を行い、応力分布を測定する。

等の実験を行い、応力の状況を明らかにして、解析結果と比較し、設計上参考となるべき資料を得た。これらの測定における接着法、測定法及び結果等について述べる。

本研究は 26 年度文部省科学研究費（総合研究費）を得て行われたものであり、こゝに謝意を表する。また実験には中日本重工業神戸造船所、京阪神急行電鉄土木部及び国鉄京都保線区より多大の御援助にあずかつたことを記して謝意を表する次第である。

(1-4) 変断面材を有する不完全剛結構の解法

正員 九州大学工学部 山 崎 徳 也

囊に不完全剛結材に対する撓角式⁽¹⁾を導いたが、その適用範囲は一部材を通じ断面一定の場合に限られていた。本研究は不完全剛結変断面材に対し適用出来るように拡張された撓角式を導き、更にこれ等の式を利用してモ