孔内載荷試験と岩盤の変形に関する特性の研究

鉿

武	防内	俊	^{ぁき} 昭*
[≿]	^{なか}	対批	いち
⊞	中		**

1. まえがき

電子計算機を用いた計算手法の最近の発達に伴い,構造 物基礎岩盤の応力解析などの問題も次第に複雑なものまで 対処し得るようになり,特に複雑な幾何学的分布を示す基 礎岩盤に対して,この手法は大きな効用をもたらしている といえる。しかし一方,計算の入力としての岩盤の諸特性 の解明あるいはデータの量については,計算手法の発展に 比べて必ずしも平行して進んでいるとは言いがたく,より 広い範囲のデータを量質ともにじん速にかつ経済的に測定 し得る計測法の開発が望まれている現状である。

このような中でボーリング孔を用いた孔内載荷試験法は 測定方法の簡便さおよび地中深部を容易に測定できるなど の利点から,最近次第に岩盤にも多く用いられるようにな ってきている。しかしながら土質地盤においてこの方法は 横方向K値を求めてクイの設計に適用するなどその利用法 もある程度確立したものになっているが,岩盤を対象とし た場合,現状ではこの方法による結果が岩盤のどのような 性質を表わし得るのか,従来岩盤に用いられてきた平板載 荷試験結果などと,どのような関連にあるのかなどの特質 については,あまり解明されていないと思われる。一方, 測定装置についても,岩盤を対象とする場合には土質地盤 と比べて大きい加圧力と微小な変位の測定が要求され,い くつかの改良や工夫が行なわれてきている。

筆者らは、岩盤に対してこの方法を用いて多くの測定デ ータを得てきたが、それらのデータの検討や平板載荷試験 結果との比較を通じて、この方法による結果が岩盤のどの ような状態や変形特性を反映しているのかが次第に明らか になってきた。さらに、この方法による岩盤の変形係数を 入力値とした有限要素法による岩盤内計算ヒズミと実測ヒ ズミの比較や孔内載荷試験法による岩盤のクリープ測定な どの結果からも岩盤の変形特性について興味ある結果がは 握されている。

以下に,まず孔内載荷試験の装置について現状までの経 緯を概略述べ,ついで測定データを上記したようないろい ろな角度から検討,考察した結果について報告する。

*	応用地質調查事務所浦和研究所	岩盤研究室長
**	応用地質調查事務所浦和研究所	岩盤研究室員

January, 1976

2. 測定装置の経緯,現況

洉

÷**

2.1 従来の装置

Ť

孔内載荷試験の測定装置は、土質地盤を対象として開発 され, 1930年代ケーグラ (Kögler) によって発表された 側方載荷試験装置が最初とされている。その後わが国でも 建設省土木研究所型 K 値試験器,メナール (Menard) の 考案になるプレシオメーター,応用地質調査事務所のLL Tなどの装置が用いられており、土質地盤における構造物 基礎設計に大きな役割を果たしている。これらの装置は図 ー1にその一例を示すように,ゴムチューブを孔内にそう 入し,それにタンクより水を送り込んで膨張させ,加える 水圧とゴムチューブの膨張による孔壁の変位を送水量より 求めて地盤の変形性を求める原理である(以下この方法を 間接的方法という)。対象地盤が柔らかいと加圧力が小さ くても変位は大きいため測定が容易であるが、地盤が堅く なると大きな加圧力を加えるための装置の耐圧を必要とし, 反面、微小な孔壁の変位を測定しなければならないため困 難な問題が発生してくる。現状岩盤に主として使用されて いる装置にも上のような 原理のもので 加圧力を 50~100



図-1 装置内の水の容積図

No. 912

kg/cm² にしたものがある。このような原理の装置を用い て測定する場合に、加圧および変位を測定する媒介となる 水を非圧縮として取り扱っているが、上に述べたように岩 盤を対象として高圧、微小変位を考えるとこの水の圧縮性 を無視することができなくなってくる。水の圧縮率 β は 20℃、0~500 気圧の範囲で42.3×10⁻⁶ 1/気圧(=40.9× 10⁻⁶ 1/kg/cm²)を示し、わずかながら圧縮する。いま、図 -1に示すように、孔内にそう入するゴムチューブ(以下 ゾンデという)の半径を r_0 、長さを l_0 、容積を v_0 とし、 タンクの水の容積を v_1 とすると、加圧 4pによるゾンデ およびタンク内の水の圧縮による容積変化が見かけ上の孔 壁変位 4r'と測定される場合、それらの間にはつぎの式 が成り立つ。

一方,加圧 4p による孔壁の真の変位を 4r とすると孔 壁地盤の変形係数Eはそのポアソン比を v とすると,孔軸 に対し垂直な面における平面ヒズミ問題として取り扱って, つぎの式で表現される。

 $E = (1+\nu)r_0 \frac{\Delta p}{\Delta r} \qquad (3)$

(2)式で表わされる見かけの孔壁変位 *Ar'* を(3)式に入れて表 現すると見かけの変形係数 *E'* は結局つぎの式で示される。

$$E' = (1+\nu) r_0 \frac{\Delta p}{-r_0 + \sqrt{r_0^2 + \left(\frac{\beta v_t \Delta p}{\pi l_0}\right) + \beta r_0^2 \Delta p} + \Delta r}$$
.....(4)

(3)および (4)式において $r_0=3.3$ cm, $\nu=0.25$, $\Delta p=50$ kg/ cm² として孔壁地盤の真の変形係数Eと見かけの変形係数 E' との関係を図示すると図-2のようになる。 この図か ら地盤の変形係数が大きくなると水の圧縮率を無視できな





図-3 コンタクトバランサー原理図



写真-1 コンタクトバランサー外観

いことがわかる。

2.2 直接的変位測定法による測定装置

われわれは上に述べたような間接的方法の上記のような 点を改良し、エラストメーターと称するさらに高い加圧力 (200 kg/cm²)を有する高圧孔内載荷試験装置をつぎに開発 し現在実用されているのでその原理について紹介する。

この装置は水などの液体または気体をゾンデに送り込ん で加圧し、それによる孔壁の変位は図-3および写真-1 に示すコンタクトバランサーと称する機構により直接的に 測定しようとするものである。コンタクトバランサーの動 作原理は、変化した体積変化に追随するベローズ機構を応 用したもので、孔壁の変位に応じて動くゴムチューブの内 面にセンサーが常に接触して動き、この動きをベローズの 動きとして差動トランスに伝えるようになっている。セン サーは任意の位置で測定できるようにすることが可能であ るが、この原理に基づく現在のエラストメーターは、ゾン デが加圧膨張をする場合両端部でのセリ出し膨張の影響を 避けてゾンデのほぼ中央部に6方向に向けてセットしその

土と基礎, 24-1 (215)



図一4 鋼管内加圧実験結果

平均変位を測定している。この原理による変位の測定にお いては、ゾンデの膨張によるゴムの肉厚の変化やコンタク トバランサー内の液体の圧縮を補正する機構も考慮されて おり、ボーリングの口径や圧力に応じて差動トランスの電 気的出力に補正電圧として加えられるようになっている。 一方ゾンデ内の圧力は電気的に圧力センサーをゾンデ内に 置きとり出している。図ー4に厚肉鋼管を用いてコンタク トバランサー機構による直接的測定装置と前述した間接的 測定装置の比較実験をした結果を示す。コンタクトバラン サーによる結果の圧力~変位曲線は鉛直に立っていて半径 方向の変位をほとんど示していないのに対し、間接的測定 法の結果は明らかなコウ配を示し、見かけの変形係数を示 していることがわかる。

図-2からもわかるように、このような違いは岩盤が堅いすなわち変形係数が大きい場合に顕著であって、軟岩や 強風化の岩盤においては、間接的方法でも水の圧縮性が半 径変位に及ぼす影響は少なく、この点で両側定法の差は少 ない。一方、清水他(1975)⁶⁰は種々の孔内載荷における半 径変位の測定法について地盤の真の変形係数と測定結果の 関係を有限要素法により計算し求めているが、それによる と理想的な弾性地盤を仮定した場合ではゾンデの中央部で の変位測定方式が全体の平均値として求めるよりも真に近い値を示すとしている。しかし実際の地盤はより複雑で方 向性や不均質性などのほかの要素がより大きく影響する場 合もあり、今後の課題とされるであろう。

測定結果とその意味

われわれは前述した装置によって多くの孔内測定を行な ってきたが、それらの結果を通じて、この測定法による結 果が岩盤のどのような性質と関係があるのか、従来の岩盤 の変形特性を求める一般的な方法としての平板載荷試験結 果とどんな関係があるのか、といったことについて関心を 払ってきた。つぎに、それらについて検討、考察した結果 について記す。

3.1 ゆるみの影響について

January, 1976

平板載荷試験は試掘横坑内で行なわれるのが一般的であ るが,従来横坑掘削による測定岩盤のゆるみの影響を避け

図-5 平板載荷試験と孔内載荷試験による変形特性の差異

ることが大きな課題であり、試験を実施するに際して最大 の注意点でもある。これに対してボーリング孔を用いる試 験は、掘削方法から考えてこの点において利点をもってい ると考えられる。図-5は孔内載荷試験と平板載荷試験そ れぞれによる圧力一変位曲線の処女変形と繰返し変形から 求めた変形係数の関係であり, 花コウ岩, 新第三紀砂岩, 凝灰岩の岩種についての結果である。これをみると両方の 試験方法ともに変形係数が大きくなるに従って E/E。が1 に近づき、割れ目の影響が非常に少なくなる当然の結果を 表わしている。これに対して変形係数が小さくなるに従っ て両者とも比が大きくなるが孔内載荷試験結果の比のほう がより1に近い。繰返し載荷によってゆるみがつめられる と考えると、比が1に近いのは、 E₀ にもともとゆるみが あまり含まれていないと考えることができる。岩種による 差異はデータの数があまり多くないため不明であるが概括 的にみると孔内載荷試験による E/E。はあまり大きくなら ず,2.5~3.0程度である。このこともゆるみの少ないこと を意味しているとも考えられるが後述する孔周方向の引張 り応力のためゆるみが締め固められる程度が少ないことが 影響しているとも考えられる。

3.2 平板載荷試験との関連

孔内載荷試験による岩盤の変形係数は前述のように平面 ヒズミによる厚肉円筒理論より導かれた(3)式により求めて いる。しかし、同一地点における平板載荷試験結果との比 較では必ずしも同じような値を示してはおらず岩盤状況に よって載荷機構の違いが影響しているように考えられる。 図一6は花コウ岩と新第三紀層について同一地点で行なっ た平板載荷試験と孔内載荷試験によってそれぞれ得られた 変形係数を比較したものである。図の傾向から変形係数の 大きい岩盤では孔内載荷試験による結果のほうが大きく、 反対に変形係数の小さな岩盤では平板載荷試験の結果が大 きい値を示している。(3)式を導いた厚肉円筒の理論による と、いま図-7に示す無限に広がった板中にある半径 a の

No. 912



図-6 平板載荷試験と孔内載荷試験の関係



図-7 孔内載荷による岩盤内応力

円孔に内圧*P*が作用した場合,円孔中心から*b*の距離にお ける応力はつぎのように示される。

 $\sigma_r = -\frac{a^2}{b^2}P, \ \sigma_\theta = \frac{a^2}{b^2}P$

(ただし-符号は圧縮)

すなわち半径方向の応力は圧縮であるがそれと直交する 円周方向の応力は同じ大きさの引張り力が作用している。 したがって孔内載荷試験における載荷機構は岩盤に引張り を一方で生じつつ孔壁での変位を測定するもので,風化が 進んだり,割れ目の多い岩盤では引張り力が弱いためこれ らの影響を大きく受けた変形を示すと思われる。ロチェ他 (M. Rocha, 1967)¹¹ は孔内載荷により孔壁から放射状に 割れ目が発生すると仮定し,図-8に示すような割れ目に 囲まれたクサビ状の岩盤の変形を考え, $\sigma_r = aP/r$, $\sigma_{\theta} = \tau_{r\theta}$ =0 として半径方向の変位を



図-8 クサビ状部分の変形



図-9 引張りを考慮した変形係数の差異

$$\int_{a}^{b} \frac{\sigma_r}{E} dr = \frac{aP}{E} \log \frac{b}{a}$$

で表わし、結局、孔壁の変位 4 を

で示されると提案している。ここで、a; 半径、b; クサビの半径方向長さ、P; 内圧、 σ ; 岩盤の引張り強度、 ν ; ポアソン比

いま,この式に沿って変位 *4'* が実際に生じているとして,この変位を(3)式で処理して変形係数 *E'* を求めるとすると(5)式を(3)式に代入して次式を得る。

平板載荷試験によって得られる変形係数は引張りを伴わ ない圧縮のみの変形であるため、孔内載荷試験に比べて理 論に近い挙動をしていると考えると(3)式で表わされる変形 係数と等しい変形係数を示すと考える。したがって(3)式に よるEと(6)式で示される E'を比較すると平板載荷試験結 果と引張りを考慮に入れた孔内載荷試験の結果の比較がで きると考えられる。(7)式はこれを示したものである。また、 この関係をP=50 kg/cm² の場合について岩盤の引張り強 度の違いによってみたのが図-**9**である。



岩盤の引張り強度は変形係数の大きさと比例すると考え られるので、図ー9の傾向は、岩盤がぜい弱になるに従っ て平板載荷試験による変形係数が孔内載荷試験によるより も大きく出て、図ー6で示される実測値の傾向と一致して いる。図ー9において 50 kg/cm² の引張り強度を示す岩盤 では E_0/E' が1となり、それを図ー6に入れてみると孔内

土と基礎, 24-1 (215)

載荷試験による変形係数は約 4,000 kg/cm² となる。

図-6において変形係数の大きいほうでは逆に,孔内載 荷試験による値が平板載荷試験による値より大きくなる傾 向を示しているが,これは岩盤が良好になると割れ目の間 隔が大きくなり,孔内載荷試験は割れ目に囲まれた岩塊に くり抜かれた孔に対して行なわれるため,割れ目を含まな い岩塊そのものの変形係数に近づくが,平板載荷試験では 岩塊の間に存在する割れ目の変形をまだ含んだ挙動となる ためと考えられる。

4. 岩盤の変形特性に関する考察

4.1 岩盤変形係数のヒズミ依存

以上述べてきた孔内載荷試験結果を構造物荷重による基礎岩盤の応力や変位の解析にどう用いるか,実際の岩盤挙動の実測との比較を通じて岩盤の特性について考察する。

平板載荷試験において,載荷板の中心位置でボーリング を行ない、深度方向の孔内載荷試験による変形係数の分布 を測定し、さらに実際の載荷試験において、ボーリング孔 内にヒズミ計を埋設し,岩盤内ヒズミを実測した。孔内載 荷試験により得られている岩盤の変形係数分布をもとに、 この載荷試験と同じ荷重を与えて有限要素法による岩盤内 ヒズミを実測ヒズミと比較した結果、両者はかなりの違い を示すことがわかった。有限要素法によるヒズミの計算は, 載荷板中心を通り板に垂直な断面における平面ヒズミ問題 として計算したが、計算に入れる変形係数分布をいろいろ 変えて実測ヒズミと合致する値と分布を求め孔内載荷試験 結果と比較して表―1に示す。また、図―10に計算ヒズミ と実測ヒズミを対比して示し、図-11に表-1の結果をヒ ズミの大きさに対してプロットした結果を示す。図-11を みると岩盤内の実測ヒズミが小さくなるほど縦軸の変形係 数比が1よりはずれて大きくなり,実測した変形係数と実



図-10 実測ヒズミと計算ヒズミの比較

January, 1976





図―11 変形係数のヒズミ依存

測ヒズミの関係が弾性理論よりはずれる程度が大きくなる。 また,弾性論で処理するとすると実際の挙動に関係する岩 盤の変形係数はヒズミ量を考慮して考えなければならない といえる。このことはいわゆる岩盤の変形係数のヒズミ依 存性を表わしているとも考えられるが,いまだデータが少 ないため詳細な検討は今後の研究課題である。しかし,現 実に孔内載荷試験の結果を用いて構造物基礎岩盤の変形性 を考える場合,想定されるヒズミの大きさにより図ー11に 示すような考慮を払うほうがより妥当な設計ができるもの と考える。

4.2 変形係数と降伏荷重との関係

花コウ岩,塩基性岩,粘板岩,新第三紀層などの岩盤に ついて変形係数と降伏荷重との関係を図-12に示す。ここ で変形係数は処女変形曲線から求めたものであり,降伏荷 重は荷重変位曲線が折れ曲がって変位が急に大きくなる荷 重をさしている。両者の関係は,岩種の違いにもかかわら ずよい相関を示しており変形係数からおおよそ降伏荷重を 推定することができる。孔内載荷試験によるこのような降 伏荷重が一般に用いられている平板載荷試験結果の降伏荷 重に比較してどのような意味を持っているか,については, 検討すべきデータがまだ十分でないため今後の研究課題で ある。しかし,図-12の関係から岩盤の塑性的性質と弾性 的性質の間には,ある相関が存在しているようである。



39

No. 912

表-1 ヒズミの大きさによる変形係数の差異の検討

深 度 (m)	<i>E</i> (<i>LLT</i>) (kg/cm ²)	E (PL) 換算值 (kg/cm ²)	E (FEM) (kg/cm ²)	岩 盤 内 実測ヒズミ	<u>E (FEM)</u> E (PL)	$\frac{E (\text{FEM})}{E (\text{LLT})}$
0.16	300	1, 350	1, 500	4.3×10 ⁻³	1.1	5
0,52	400	1, 400	1, 250	6.5×10-3	0.9	3.1
1.0	650	1,500	5,000	1.1×10-3	3.3	7.7
1.6	1100	2, 200	10,000	1.6×10-4	4.5	9.1
2.0	2200	3,000	15,000	2.8×10-5	5	6.8
	1 .					

E(LLT): 孔内載荷試験により測定された変形係数

E(PL) :上記値より換算された平板載荷試験相当の変形係数

E(FEM):実測ヒズミを説明できる FEM 入力変形係数



図-13 孔内ゾンデのクリープ実験

4.3 粘弾性的性質の測定

基礎岩盤の経時的挙動を解析するに必要な岩盤の粘弾性 的性質を孔内載荷試験によりどのように求めることができ るかを実際の測定結果と合わせて考察する。

粘弾性的性質を求める方法として、クリープ測定で長時 間持続荷重を加える場合,孔内にそう入するゴムチューブ 自体のクリープ変形がどの程度であるかを確かめることが 必要である。変位測定を水を介して行なう間接的方法と直 接的方法であるエラストメーターの2通りの装置について 厚肉鋼管内でゴムのクリープ変形による見かけの半径変位 を測定し,その結果を図一13に示す。これによると間接的 方法によるクリープ変形は時間とともに落ち着く傾向を示 しているが変形量が大きく,これによる測定は大きな誤差 が伴うとみられる。これに対して直接的方法はほとんど変 形はみられずクリープ測定に用いて問題ないことがわかっ た。間接的方法はゴムチューブ端部のセリ出し変形がその まま半径方向の変位として表われるのに対し,直接的方法 はゾンデの中央部でのみ測定するため端部の変形があって もその影響がほとんど表われないためと考えられる。

一般に岩盤の粘弾性的性質は収れん性のものについては フォークト(Voigt)型のレオロジーモデルで表わされる。 いま,岩盤に加わる応力を等方応力と偏差応力に分け,等 方応力については弾性的挙動,偏差応力についてはフォー クトモデルで表わされるクリープ挙動をするとした場合の 孔内載荷の応力と半径方向変位の関係式は,まず厚肉円筒 の場合でつぎのようになる。ただし,内径 b,外径 a とする。r におけるクリープ変位は

$$u(r,t) = \frac{Pb^{2}}{a^{2} - b^{2}} \left[\frac{3r}{6K + G} \left\{ 1 - exp\left(-\frac{(6K + G)t}{\eta} \right) \right\} + \frac{a^{2}}{Gr} \left\{ 1 - exp\left(-\frac{Gt}{\eta} \right) \right\} \right] \dots (8)$$

で表わされ,(8)式において a→∞として整理すると

$$u(r,t) = \frac{Pb^2}{Gr} \left\{ 1 - exp\left(-\frac{G}{\eta} t \right) \right\}$$

さらに孔壁の変位についてみるとr=bとおいて

$$u(t) = \frac{Pb}{G} \left\{ 1 - exp\left(-\frac{G}{\eta}t\right) \right\} \quad \dots \quad (9)$$

が得られる。ここに

K;体積弾性率,G;セン断弾性係数, η ;粘性係数 (9)式は時間とともに一定値 Pb/Gに漸近する傾向の曲線を 表わすが,このデータの解析から粘弾性地盤としての各定 数が求められる。

つぎに,風化花コウ岩において測定した例について考察 する。図ー14に測定した時間変位曲線の一例を示す。いま, 図ー14から時間~変位速度曲線を作成し,その曲線のコウ 配および時間ゼロにおける値からGおよび n を求める。こ れらは(9)式を時間 t で微分し,さらに両辺の対数をとって 得られるつぎの式から求められる。

このようにして求められたGおよび η をr 方向の偏差応 力に対してプロットし類似の岩盤で測定された平板載荷に よるクリープ試験の結果得られたGおよび η と比較して示 すと図—15のとおりである。ここに示した花コウ岩の変形 係数は処女変形の値で 1,500~5,000 kg/cm² の範囲に あ る。図—15の結果から孔内載荷試験による定数の値がやや 小さい傾向を示しているが、これは応力レベルの差異によ る影響よりも 3. で述べたような載荷機構による違いを反 映していることも考えられる。それらを考慮に入れても、 この花コウ岩岩盤の粘弾性定数は応力レベルによって大き な差異はないと考えられる。

土と基礎, 24-1 (215)







図-15 粘弾性定数の比較

5. あとがき

以上述べてきたことは,現在までのデータに基づく考察 結果であり,限られた問題を詳細に考察した研究成果とい うより,孔内載荷試験法によって求め得る岩盤特性の可能 性を方向づけたものである。引張りを含んだ変形性,降状 値と岩盤強度との関連,クリープ特性の解明など今後デー タをふやしてさらに研究をすべき事柄は多くある。一方こ の種の試験結果を土木などの目的に対して解析していく場 合,地質状況との相互関連を無視することはできない。今 回はこれらのことには触れていないが,特にボーリング孔 を用いる試験は,岩石コアが孔に沿って採取される。この コアの地質的観察は解析上不可欠のものといえる。われわ れはこの方面をあわせた研究をも指向していることを付記 しておきたい。

終わりに、ここに用いたデータに関連して、日常お世話 になっている本州四国連絡橋公団の関係者の方々に対し感 謝の意を表する。また、これらの問題の研究に日ごろいろ いろな面でご指導をいただいている当社社長陶山国男理博 ならびに同技術部技師長増田秀夫理博に謝意を表する次第 である。

参考文献

- M. ROCHA, A. SILVEIRA, N. GROSSMANN, E. OLIVEIRA; Determination of the Deformability of Rock Masses along Borenoles, Proceedings of the 1st congress of the ISRM. (1966)
- 2) 陶山国男・大矢暁・今井常雄: 地盤の横方向*K*値の研究(1), 土と基礎, Vol. 14, No. 10, 1966
- 3) 中島秀雄・伊東徳二郎・武内俊昭・今井常雄: LLT測定結 果からみた大阪周辺地盤の力学的性質; 地質学雑誌, Vol. 78, No.4, 1972
- 4)相良正次・高橋幸蔵・宮島圭司・武内俊昭:高圧孔内載荷試 験機の開発と岩盤への利用結果,第8回岩盤力学に関するシンポジウム講演概要,1973
- 5) 山県守・武内俊昭:花崗岩岩盤に関する2,3の変形特性に ついて,第9回岩盤力学に関するシンポジウム講演概要, 1974
- 6)清水泰弘・石井俊明・川本眺万:ボーリング孔周圧載荷試験 についての一考察,第10回土質工学研究発表会講演集,1975
- 7) W. FLÜGE; VISCOELASTICITY, BLAISDELL COMPANY
- 8) 道路橋下部構造設計指針: 社団法人日本道路協会

(原稿受理 1975.10.13)

学会刊行物案内]
土	工管理とラジオアイソトープ
	―表面型密度計・水分計の取扱い手引き――
	土質工学会編・発行
土質工学会では将 (からの問題点も整) 計の取扱い手引を 土の現場密度・含 た計器への理解を 	 柴性に期待の大きい密度計と水分計の利用性を中心に慎重な検討を重ねた。その結果∜ 聖され,実用への確認が得られたので,ここにその成果の一つである表面型密度計・オ 世に送ることになった。 水量の測定手法の進歩を助けるばかりでなく,広く一般にもラジオアイソトープを利用 案める意味において非常に価値のあるものと確信している。
	A5判,127 ページ:定価 2,000円,会員特価 1,500円 (社)土質工学会 電話 03-502-6256 〒 105

January, 1976