

東京大学生産技術研究所 正員 ○田村重四郎

埼玉大学

正員 岡本雄三

大成建設

正員 浜田政則

I. まえがき

筆者等は羽田埋地トンネルに於いて、トンネル壁に生ずる地震時の歪を測る目的で、1970年4月より地震観測を行って来ている。既に30ヶ所以上の地震動を記録し、その解析成果については発表を行って来ている。本報告はその継続であって、地震観測で得られたトンネル壁の歪を、トンネル軸方向変形による歪と曲げ変形による歪とに分解して各々の周波数特性を論じ、地盤動との関係を述べたものである。

II. 地盤条件及びトンネルの概要

建設地点の表層土質はFig-1のようにオウ紀洪積シルト層上にあるオウ紀沖積シルト層で、沖積層の厚みは川崎側岸で10数m、河心部で35~40mになっている。深度百数十mで土丹層に達するものと推定される。トンネルは高さ7.35m、巾13m、長さ80mの卵形断面のエレメントが6基連なった全長480mの鋼設方式のトンネルである。このトンネルの川崎側より数えてオ2、オ4のエレメントに夫々4ヶの歪計と2個の加速度型の地震計を設置している。

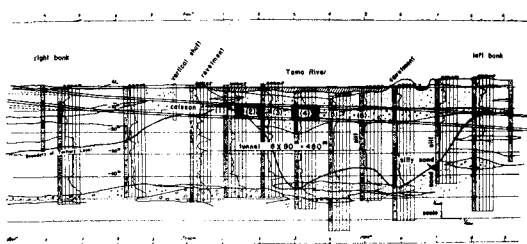


Fig. 1

III. 記録

解析対象とした地震は1972年8月31日岐阜県北部の地震($M=6.2$, 以後地震Ⅰと言う)と1972年12月4日八丈島東方に震源をもつ地震($M=7.2$, 以後地震Ⅱと言う)の2つであって、記録は夫々Fig-2及びFig-3に示してある。

図中No.1~No.4とあるのはエレメントNo.2に設置された歪計を、No.5~No.8はエレメントNo.4に設置された歪計を示し、No.2とNo.4, No.1とNo.3, No.5とNo.6, No.7とNo.8は夫々トンネルの両側に向い合って取付けられている。

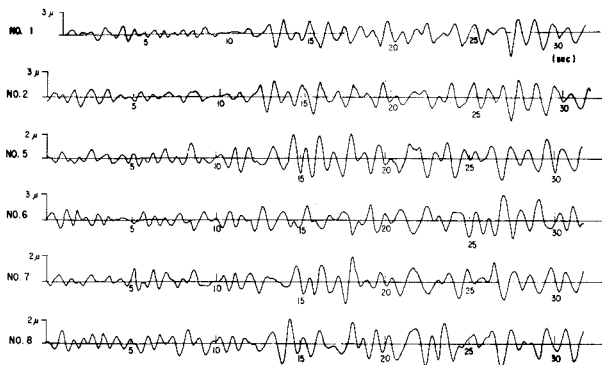


Fig. 2

Records of the Earthquake (Aug. 31, 1972)

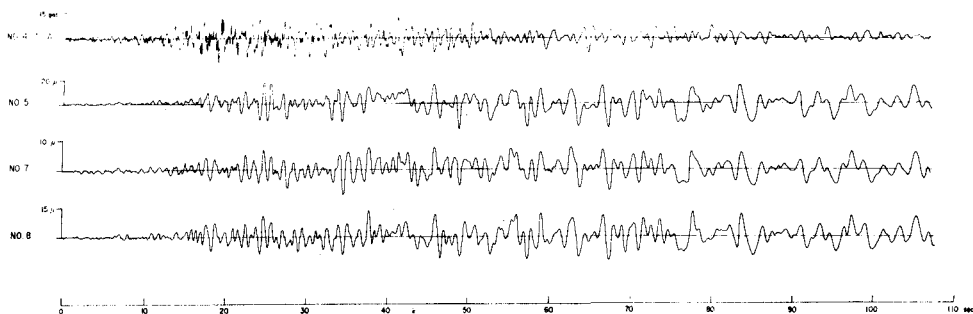


Fig. 3

Records of the Earthquake (Dec. 4, 1972)

IV. 記録の解析

地震Ⅰ, Ⅱの歪記録より相対する位置にある歪計の記録を取り出し、これを加減することにより求めたトンネル軸方向変形による歪(以後 α_x と言う)と曲げ変形による歪(以後 α_b と言う)を図示したのがFig-4及びFig-5である。何れの図においても α_b の波形では1.0~1.2 Hzの振動成分が卓越し、しかも波形が定常的であることが分かる。地震Ⅱでは記録の始めより約85秒間に於いて1.0~1.3 Hzの振動成分が卓越している。

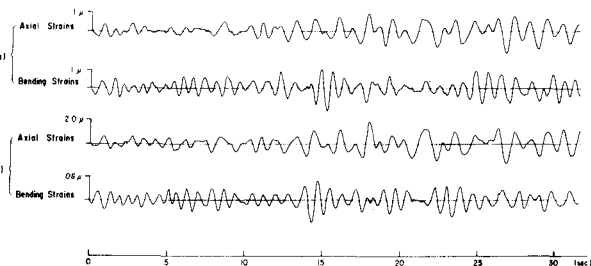


Fig. 4 Axial and Bending Strains in the Earthquake (Aug. 31, 1972)

このことは α_x の波形と比較した場合の大きな相異点であって、 α_x ではむしろ比較的長い周期をもつ振動成分が多く含まれていることが分かり、特に地震Ⅱにおいてそうである。

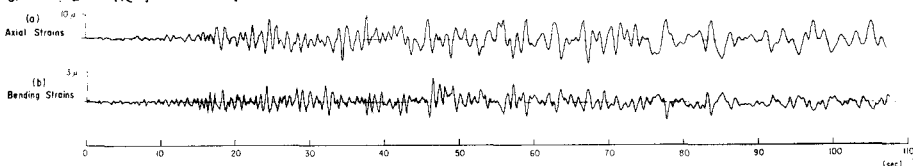


Fig. 5 Axial and Bending Strains in the Earthquake (Dec. 4, 1972)

Fig-6, 7は地震Ⅰで約32秒間、地震Ⅱで約109秒間を採ってフーリエ分析して求めたパワースペクトルを示したもので、計算に当ってはHanningに似たlog windowを使用している。Fig-6で、 α_b と α_x の周波数特性が著しく異っており、 α_b では1.1~1.2 Hzの振動成分のみが著しく卓越しているのに対し、 α_x では0.5~0.7 Hzが最も卓越するが、次いで1.0~1.2 Hz, 0.8 Hz前後の順に卓越していることが分かる。Fig-7で α_b とながFig-6の場合と同様の傾向をもっていることが認められる。前者と異るのは α_x で0.17~0.3 Hzの振動成分が新たに卓越して現われることと、1.0~1.2 Hzの振動成分が相対的に少なくなっていることである。但し1.0~1.2 Hzの振動は始めから約40秒間に可成り存在することが明らかに認められる。

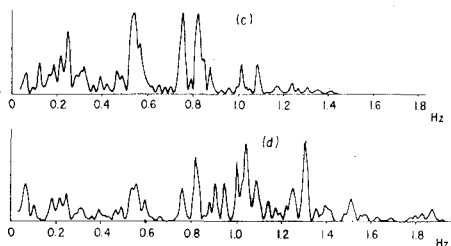


Fig. 7 Power Spectra of Axial and Bending Strains in the Earthquake (Dec. 4, 1972)

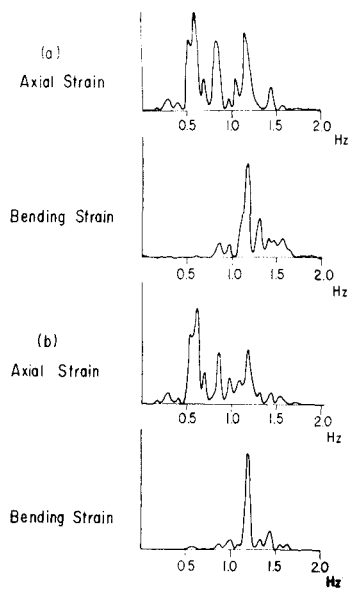


Fig. 6 Fourier Spectra of Axial and Bending Strains in the Earthquake (Aug. 31, 1972)

V. 検討

この様に α_x と α_b が周波数特性に於いて著しく相違する理由として、1) 地盤の挙動に方向性があることと2) 埋設されているトンネルの軸方向変形及び曲げ変形の剛性が異なることが考えられる。筆者等はさきに地盤条件の変化する部分に於ける埋設トンネルの挙動について、実験的解析と振動モデルによる応答解析の結果を報告した^{*}が、それによれば軟弱な地盤中に埋設されているに拘らずトンネルは曲げ変形しやすく地盤の局部的な変形によく追従し得るのに対し、軸方向の変形に対してはトンネルの剛性が高く地盤の局部的な変形に追従しないことが分かった。本報告での α_b と α_x の周波数特性は天々第4紀沖積地盤の振動特性と、それより深い第3紀層の部分を含めた地盤の振動特性に対応しているものとみられる。

^{*} Shunzo Okamoto, Choshiro Tamura, Behavior of Subaqueous Tunnels during Earthquakes, Earthquake Eng. and Structural Dyn. Vol. 1 No 3