

東海大学大学院 学生員○伊藤博康

東海大学海洋学部 島田伊浩

東海大学海洋学部 正 員 浜田政則

1. はじめに

東京港トンネルでの地震観測記録を用い、沈埋方式による海底トンネルの地震時挙動について考察を加えた。

2. 地震観測記録の概要

図-1に地震観測の計器の配置を示す。三方向成分加速度計が-56mの第3紀層上面(A1)と地表面(A2)に、2方向成分加速度計が換気塔(A3)と第3号函の中央部に、配置されている。歪計(S1, S2, S3)は1~3号函の中央部の側壁に、図-2に示すように配置されている(S3L, S3R)。函側面の軸方向歪の平均値をとることにより、トンネルの軸方向変形の歪を算定する。さらに1~2号函、2~3号函の間では、フレキシブル・ジョイントの相対変位も測定している(J1, J2)。

本トンネルでは、表-1に示す6つの地震時の記録が採集されているが、ここではTST27(長野県西部地震)による結果について報告する。

なお東京港トンネルは、全長1035mで、115mの沈埋両9号函を、オメガ型鋼板を用いたフレキシブル・ジョイントで結合した構造となっている。

3. トンネルの変形に関する考察

トンネルに歪を発生させる要因として一般的に、①海底地盤と陸上地盤の動特性の差異による相対変位、および②表面波等の伝播による地盤の相対変位が考えられる。ここでは後者の場合について考察し、観測結果を吟味する。

見かけ上トンネル軸に沿って伝播する波動 f を

$$u = f(x - Vt) \quad (1)$$

とおけば、良く知られているようにトンネル軸方

向地盤の垂直歪 ϵ_g は、次式となる。

$$\epsilon_g = -(\partial f / \partial t) / V \quad (2)$$

ここで V は、トンネル軸に沿った波動の見かけ上の伝播速度、 $\partial f / \partial t$ は地震動の粒子速度である。トンネルでの歪 ϵ_p が地盤の歪に比例すると仮定すると。

$$\epsilon_p = \alpha \times \epsilon_g \quad (3)$$

となる。歪の伝達係数 α は、トンネル軸方向の剛性および地盤バネ定数によって決定される定数である。したがって(2)、(3)式より

$$\epsilon_g = -\alpha / V \times (\partial f / \partial t) \quad (4)$$

となり、地震動の粒子速度はトンネル軸方向歪に比例する。

図-3は、TST27の地震による速度波形と軸方向の歪波形を示している。速度波形と歪波形が良く類似しており、上記の考察が妥当であることを示している。なお図示した速度波形は、換気塔内の加速度記録(A3)を積分して得たものである。

図-4は、図-3に示した波形のうち50秒以降の区間について、速度と歪の振幅比(ピーク〜ピークの両振幅)を示したものである。歪振幅は速度振幅にほぼ比例していることが分かる。図の傾きが(4)式の $|\partial f / \partial t|$ を与えている。

4. あとがき

トンネル軸に沿った見かけ上の伝播速度 V が与えられれば、図-4の結果から歪の伝達率 α を推定することが可能である。また α の値から地盤のバネ定数及びフレキシブル・ジョイントのバネ定数を推定することが可能である。

これらの結果については、発表時に報告する。

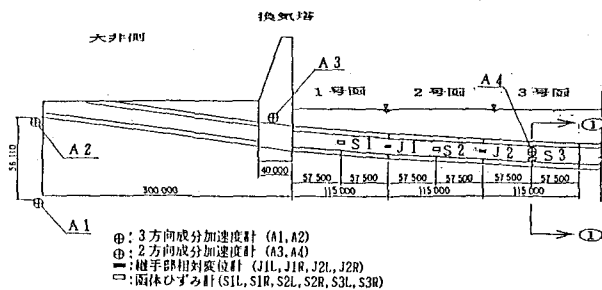


図-1 地震観測計配置図 (東京港トンネル)

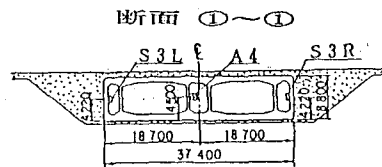


図-2 沈埋断面図

NO.	震源地域	発震年月日	マグニチュード
TST17	茨城県沖	1982. 7. 23	7. 0
18	伊豆大島近海	1982. 8. 12	5. 7
20	茨城県南部	1983. 2. 27	6. 0
22	神奈川県、山梨県境	1983. 8. 8	6. 0
26	鳥島近海	1984. 3. 6	7. 9
27	長野県西部	1984. 9. 14	6. 8

表-1 解析対象とした地震記録

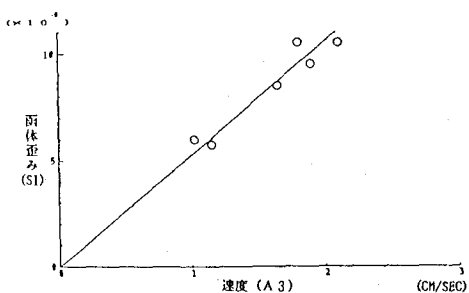


図-3 TST27 速度波形、ひずみ波形

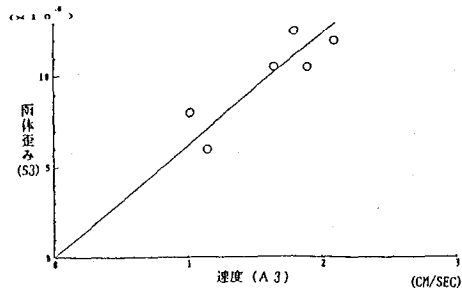
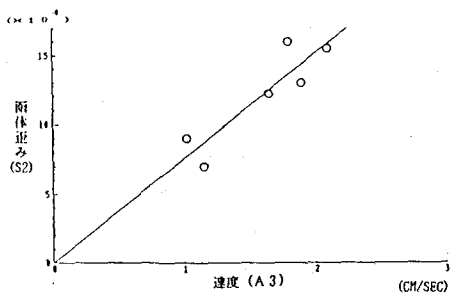


図-4 両体歪み・粒子速度関係図