

I-317 沈埋トンネルに発生する地震時ひずみ

日本鋼管㈱技術研究所 正員 ○大 石 博
日本鋼管㈱技術研究所 正員 関 口 宏 二

1. まえがき

沈埋トンネルの地震時挙動、特に地震時発生ひずみの把握のため、扇島沈埋トンネルにおいて、1975年3月より地震観測を実施している。今までに、数多くの地震波を観測しているが、ここでは、震源がほぼ同じで、マグニチュードが異なる二つの地震、1976年6月16日地震（震源地：N35.5°，E138.9°，M=5.5 以下山梨県東部地震と記す）と1983年8月8日地震（震源地：N35.5°，E139.0°，M=6.1 以下 神奈川県西部地震と記す）における地震時発生ひずみの差異について考察することにする。

2. トンネルの概要と地震観測体制

扇島沈埋トンネルは、全長1540mで、このうち、運河部の664mを、沈埋工法で施工されている。沈埋エレメントは、3径間箱型断面の鋼殻エレメント6基よりなっており、その寸法は、幅21.6m×高さ6.9m×長さ110mである。図1に、トンネル断面および計器配置を示す。本論文においては、J地点のG.L.-60m G.L.0mの加速度計および、断面D，E，F，Hのひずみ計より取得された波形を、用いている。

3. 周辺地盤の地震時挙動および沈埋トンネル地震発生ひずみ

図2・3に、山梨県東部地震、神奈川県西部地震におけるトンネル軸方向の加速度波形・速度波形を示す。両地震とも、記録の初期において、短周期の波形が優勢であるが、15～20秒以後は、周期1～2秒の波形が卓越している。また、神奈川県西部地震におけるG.L.0mの速度波形は、継続時間中において、絶対値の大きな変化を示していない。図4・5に、両地震におけるG.L.-60mとG.L.0mの加速度波形のクロススペクトルを示す。両地震とも、0～1Hzにおいて、0.6Hzと0.8～0.9Hzにピークを有している。0.8～0.9Hzは、地盤の一次固有周期に対応するものである。なお、山梨県東部地震においては、0.6Hzのピークの方が、地盤の一次固有周期に対応するピークより、絶対値は小さいが、神奈川西部地震においては、0.6Hzのピークの方が、その絶対値は大きい。また、G.L.-60mとG.L.0mの加速度波形より求めた位相速度（相互相関関数による）は、両地震とも、222m/secであり、地盤の平均的S波速度に近いが、0.7～0.8Hzより低振動数の波形に関する位相速度は、山梨県東部地震の場合 ∞ m/sec であり、神奈川県西部地震の場合500m/secとなるので、0.6Hzのピークは、表面波的波動であることが推定される。

図6に、山梨県東部地震における断面D，F，Hの軸ひずみ、曲げひずみ波形を、図7に、神奈川県西部地震における断面E，F，Hの軸ひずみ、曲げひずみ波形を示す。軸ひずみに関しては、立坑に接している断面Hにおいて大きく、断面Dにおいて小さい。曲げひずみに関しては、軸ひずみほど、測定断面の差異による大きさの変化はない。なお、断面Hにおける曲げひずみは、軸ひずみの1/4程度である。また、図6・7における断面Hの軸ひずみ波形は、図2・3に示したG.L.0mの速度波形と、特に、15秒以後においてよく類似している。

図8・9に、両地震における断面Hの軸ひずみ波形とG.L.0mの軸方向速度波形のパワースペクトルを示す。両者のスペクトル形状およびピーク値は、よく一致している。また、マグニチュードがより大きい神奈川県西部地震においては、軸ひずみ波形のパワースペクトルの0.6Hz周辺のパワーが、0.9Hz周辺のパワーより大きく、マグニチュードがより小さい山梨県東部地震においては、逆に、軸ひずみ波形のパワースペクトルの0.6Hz周辺のパワーは、0.8Hz周辺のパワーより小さい。このことは、マグニチュードの大きい地震ほど、表面波的波動により発生するひずみが、大きくなることを、物語っている。

つまり、沈埋トンネルの耐震設計においては、実体波成分のみならず、表面波成分をも考慮する必要があると思われる。

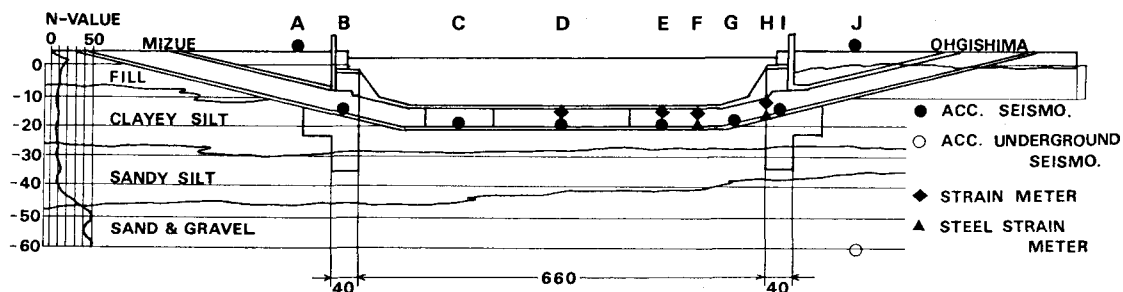


図1 扇島沈埋トンネル地震観測計器設置図

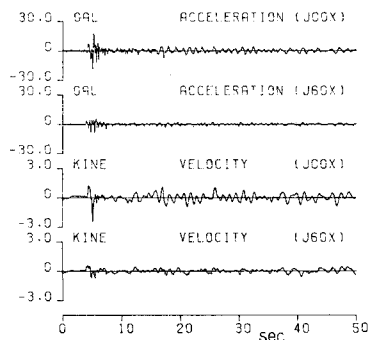


図2 加速度・速度波形 (1976.6.16)

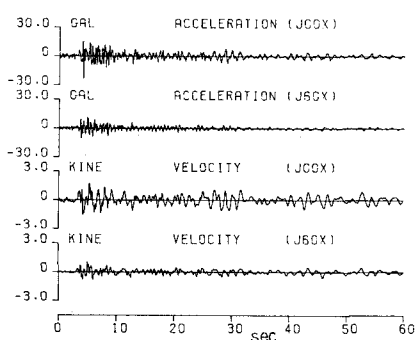


図3 加速度・速度波形 (1983.8.8)

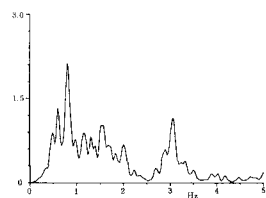


図4 G.L.-60m, G.L.0
m軸方向加速度波形
のクロススペクトル
(1976.6.16)

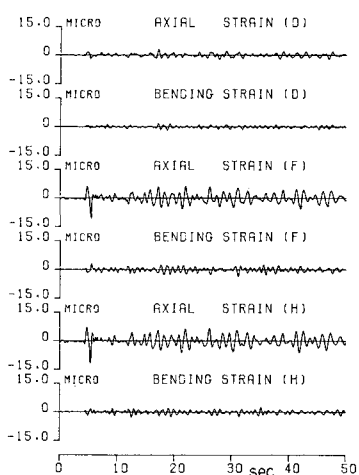


図6 ひずみ波形 (1976.6.16)

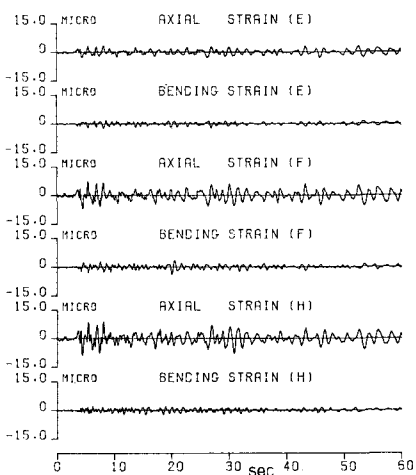


図7 ひずみ波形 (1983.8.8)

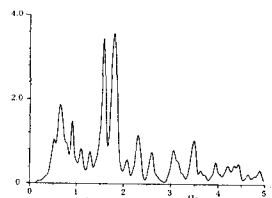


図5 G.L.-60m, G.L.0
m軸方向加速度波形
のクロススペクトル
(1983.8.8)

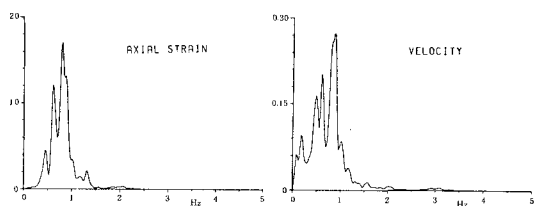


図8 軸ひずみ・速度波形のパワースペクトル(1976)

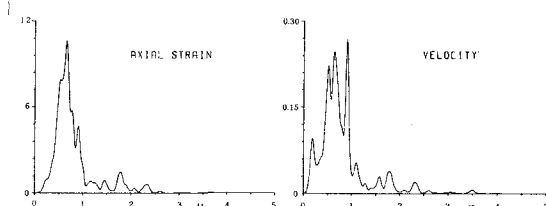


図9 軸ひずみ・速度波形のパワースペクトル(1983)