

I-535 鳥島近海地震におけるシールド洞道のひずみ伝達特性について

(株) 熊谷組技術研究所	正員	鈴木 猛康
東京電力株式会社	正員	桑原 弘昌
東京大学生産技術研究所	正員	田村重四郎

1. はじめに

昭和59年3月6日鳥島近海地震（ $M=7.9$ ）の際、筆者らが地震観測を実施している横浜市内の観測地点において、地表で38ガルの最大加速度をもつ実体波成分の卓越した地震波を収録することができた。この地震によって発生した洞道のひずみ記録と洞道周辺地盤の変位記録から、地盤から洞道へのひずみの伝達特性を非定常的に捉える試みを行なったので報告する。

2. 非定常スペクトル比

地盤の振動とトンネルひずみの間の伝達特性を非定常的に表現するため、応答変位法の立場から、次に示す非定常スペクトル比 $Gratio(t, \omega)$ を定義した。

$$Gratio(t, \omega) = \frac{Gs(t, \omega)}{Gd(t, \omega)}$$

ここで、 $G_s(t, \omega)$: 洞道ひずみの非定常スペクトル(multifilter spectrum)

$G_d(t, \omega)$: 洞道周辺地盤変位の "

G_s 、 G_d は加速度のかわりに、それぞれひずみ、変位を用いているため、物理的にはあまり意味がないが、 G_s/G_d は地盤変位から洞道ひずみへの非定常的な伝達特性を定性的に表わすと考えている。以後、 $Gratio$ を用いて洞道ひずみの非定常伝達特性について述べる。ただし、全解析を通じて減衰定数 h は 0.10 とした。

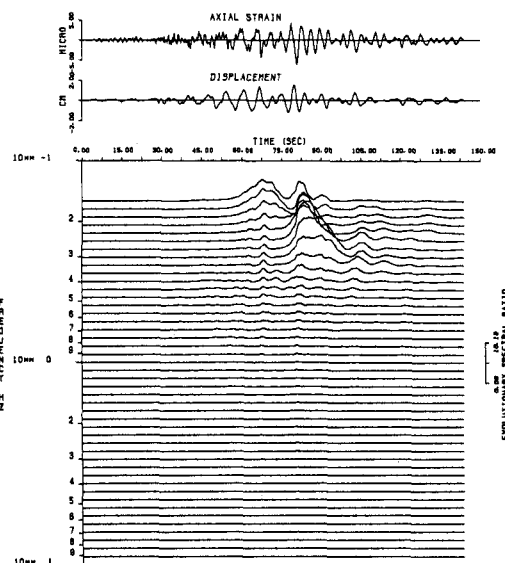
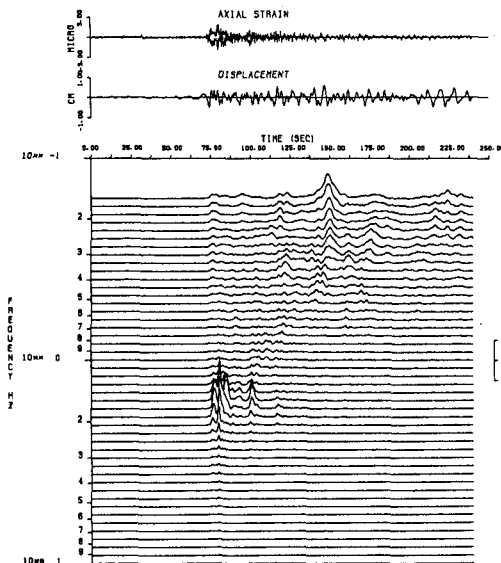
3. 洞道ひずみの非定常伝達特性

図-1は、周辺地盤の洞道軸方向変位と洞道軸ひずみの非定常スペクトル比である。ピークは、0.3 Hz以下の低周波数成分で波形後半にも見られるが、主要動部（70～90秒）において1～2 Hzの周波数帯で高いピークが存在している。周辺地盤の卓越振動数は、1.5 Hz前後であり、洞道軸方向の変形は、主として周辺地盤の1次の振動モードに起因していると言える。

図-2に同地点の昭和59年9月14日長野県西部地震の際の非定常スペクトル比を示し、図-1と比較してみる。この地震波は、長周期の表面波成分が著しく卓越しているが、地盤変位波形および軸ひずみ

図-1 非定常スペクトル比（鳥島近海地震）

図-2 非定常スペクトル比（長野県西部地震）



波形は、50秒前後から幾何学的に相似となり、スペクトル比では、波形後半部の低周波数成分にのみ高いピークが存在している。このように洞道軸方向の変形挙動は、地震波の性質によって大きく異なる。

図-3は、図-1よりスペクトル比がピークを示す周波数帯、時間帯を選定し、洞道軸方向地盤変位と洞道軸ひずみの波形を比較して、プロットした例であるが、両者が幾何学的に相似でよく一致しているのが明らかである。

周辺地盤の洞道軸直角方向の変位と洞道門周方向ひずみ(洞道断面に沿ったひずみ)の非定常スペクトル比では、鳥島近海、長野県西部地震ともに、地盤の1次卓越振動数成分でピークの最大が発生し、軸方向変形に比べ断面変形は、入力地震波の性質にはさほど左右されず、表層の一次せん断変形モードによって発生することがわかった。図-4に鳥島近海地震におけるスペクトル比を、図-5にスペクトル比から周波数帯、時間帯を選定してプロットした洞道軸直角方向地盤変位と洞道門周方向ひずみの比較図を示す。

4. まとめ

(1) 非定常スペクトル比によって、洞道周辺地盤の洞道ひずみに対する伝達特性を、非定常的に表現することができた。またこれより、伝達の著しい周波数帯および時間帯を的確に選定することができた。

(2) 洞道軸方向の変形は、表面波成分が卓越した地震波と、実体波成分の卓越した地震波ではかなり異なる。

(3) 洞道断面変形は、地震波の性質にあまり影響されず、トンネルは表層地盤の一次振動モードに応じて変形する。

5. 参考文献

1) 亀田弘行：強震地震動の非定常パワースペクトルの算出法に関する一考察、土木学会論文報告集 第235号, pp.55-62, 1975年 3月

2) 田村, 前田, 田部井, 鈴木: トンネル内の地震記録から求めたひずみの伝播特性の一例, 第40回土木学会年次学術講演会 第1部, pp.407-408, 1985年

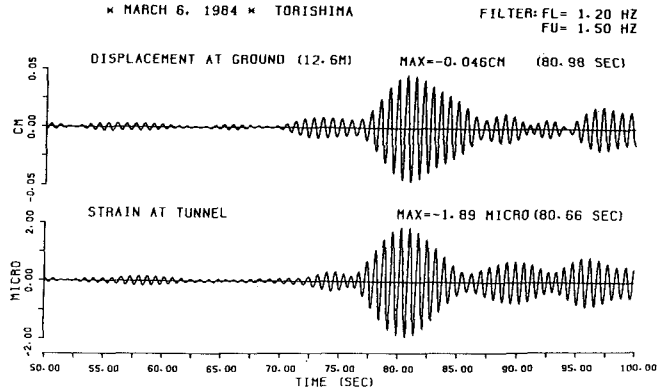


図-3 地盤変位と洞道軸ひずみの比較図(鳥島近海地震)

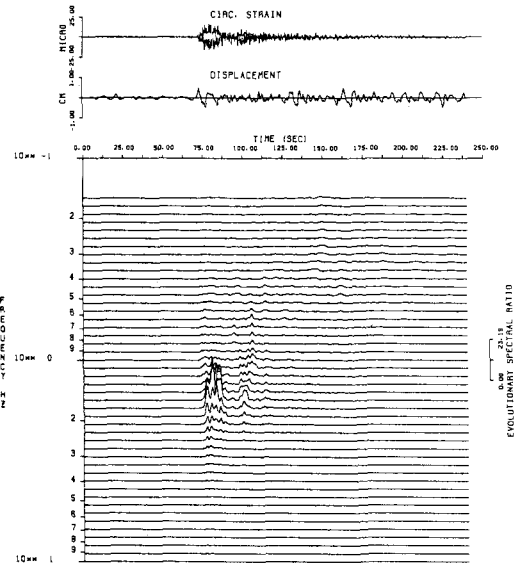


図-4 非定常スペクトル比(鳥島近海地震)

図-5 地盤変位と洞道軸ひずみの比較図(鳥島近海地震)

