

地中構造物の3解析手法による地震時断面力の比較

地震工学研究所 正会員 成田 吉行
金沢工業大学 正会員 土屋 敬

1. まえがき

地中構造物については、従来一般には耐震設計計算是省略されていた。これは、これまで断層に直接かかるものを除き地中構造物の地震時の被害がほとんどなかったことによる。またその理由は、一方向からの主働土圧が増大しても、反対側で受働土圧が発生し釣り合うため、大きな構造物変位が生じないためと考えられていた。しかし今回の阪神淡路大震災において、土被り 10m 以下の浅い地中構造物に多くの被害が発生したため、今後は地中構造物についても耐震性の照査が必要となった。現在地中構造物の耐震解析は動的解析法、応答変位法が用いられ今後も主な手法として用いられるものと思われる。しかしこれらの手法はコストと時間を要し、すべての構造物を対象とする場合はより簡便な手法が望まれる。このような観点から本研究では、地震時土圧による静的震度法解析を行い、前2者による結果と比較し、適用の可能性について探る。

2. 対象構造物

図-1の地下鉄大開駅駅部と分岐部を対象とする。

3. 地震時土圧による静的震度法解析の手法

地震前には両側の壁には主働土圧が作用している。地震が発生すると両側の地盤は、壁に対して向かってくる方と、逃げる方の逆向きの加速度を受けるので、地震時土圧係数の式において主働側は地震時加速度(+), 反対側は(-)として扱う。他のもう1つの地震時土圧の組合せとしては、地震時主働土圧、地震時受働土圧の組合せがある。しかし受け側に、受働土圧を採用するのは主働土圧より大きいので、土圧の合力の方向と変位の方向ととが逆になり、明らかに不適合である。

図-2に地震時加速度を変化させた場合の地震時

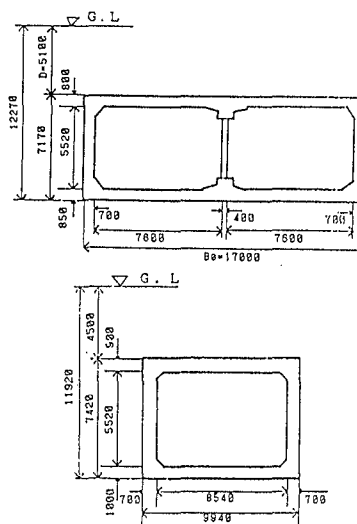


図-1 大開駅駅部と分岐部

地震時主働土圧係数

$$K_{EA} = \frac{\cos^2(\phi - \theta_0 - \theta)}{\cos\theta_0 \cdot \cos^2\theta \cdot \cos(\theta + \theta_0 + \delta_E) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta_E) \sin(\phi - \alpha - \theta_0)}{\cos(\theta + \theta_0 + \delta_E) \cos(\theta - \alpha)}} \right]}$$

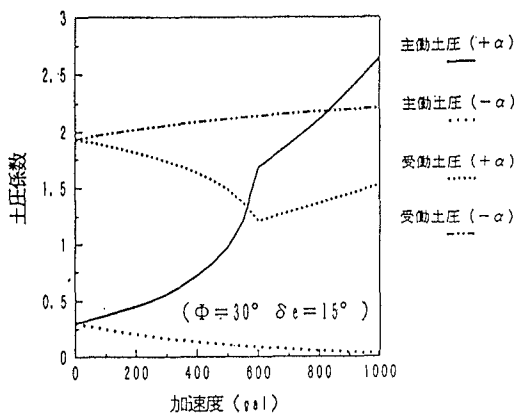


図-2 地震時土圧係数

地下構造物、耐震設計、静的震度法

連絡先 (東京都新宿区富久町 2-19-108 TEL03-3226-8733 FAX03-3226-8735)

(石川県石川郡野々市町扇が丘 7-1 TEL0762-94-6712 FAX0762-94-6713)

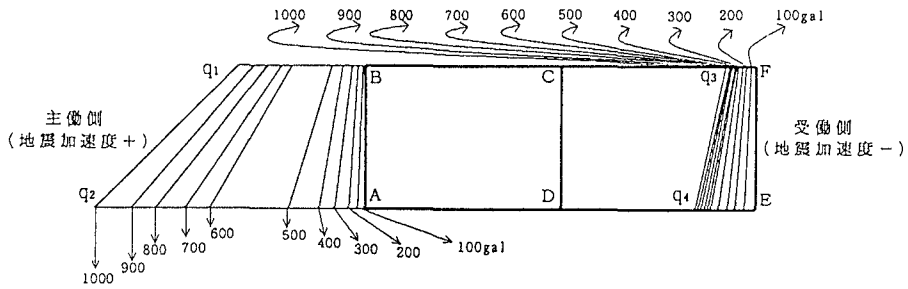


図-3 地震時増分土圧

土圧係数を示す。図において折れ線が生ずるのは、 $\Phi \pm \alpha - \theta_0 < 0$ のとき、 $\Phi \pm \alpha - \theta_0 = 0$ として扱うためである。

常時の主働土圧による常時断面力をまず求める。次に常時土圧と地震時土圧の差分土圧(図-3)により断面力を計算する。慣性力による断面力を計算する。これらを順次加速度を上げて計算し、加算する。

4. 応答変位法

地層を8層に分割しPS検層結果に基づき初期せん断弾性係数を定め、重複反射理論によって地盤のせん断ひずみを算出する。せん断ひずみに適合したせん断弾性係数をフィードバックし、繰り返し計算を行い地層間の相対変位を求める。この変位をバネを介して構造物に载荷することにより、地震時断面力を静的に解析する。

5. 動的解析法

地盤を6層に分割し、地盤を平面ひずみ要素、構造物をビーム要素で表現する。境界条件は底面を半無限上のエネルギー伝達境界とし、側面は粘性境界とする。各層ごとにひずみ依存曲線を与える。ポートアイランドGL-83mの観測波を大開駅位置で方位補正したものを入力波として用いる。最大ひずみの65%に相当するせん断弾性係数を用いて繰り返し計算を行う等価線形法により断面力を求める。

6. 断面力の比較

表-1は構造の各部位のモーメントとせん断力を3手法で比較したものである。両断面ともおおよそ500galで一致している。図-4は静的震度法の500galの場合と他の2手法のモーメントを比較したものであるが、ほぼ良い一致を示している。

7. まとめ

2例の範囲であるが、3解析手法の断面力は、静的震度法500galでほぼ一致し、簡易解析手法として十分利用可能なことが明らかとなった。また破壊現象も十分説明できた。

表-1 相当地震加速度

静的震度法における設計水平震度	動的解析法		動的解析法	
	応答変位法 (gal)	動的解析法 (gal)	応答変位法 (gal)	動的解析法 (gal)
上部梁 せん断力	400(100%)	350	410	430
上部梁 せん断力	560	230	500	520
下部梁 せん断力	350	400	320	350
下部梁 せん断力	500	820	100(68%)	100(60%)
側壁 せん断力	350	400	350	380
側壁 せん断力	240	410	580	800
中柱 せん断力	280	380		
上部部 せん断力	230	300		
中柱 せん断力	280	360		
下部部 せん断力	320	410		

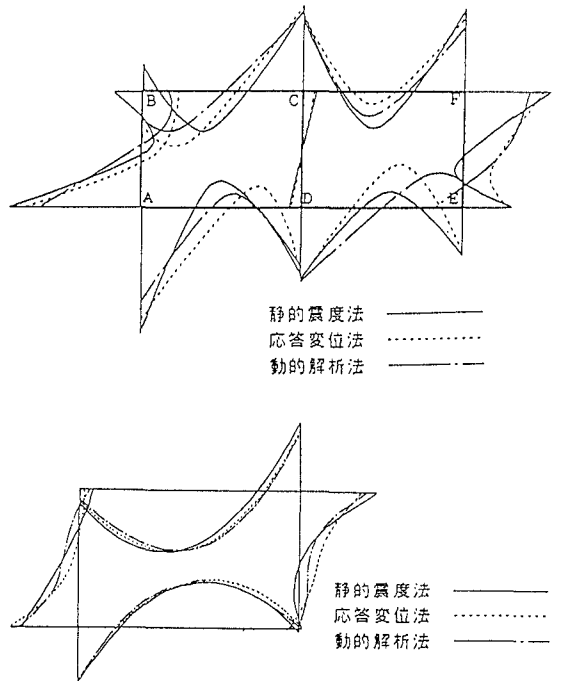


図-4 3解析手法によるモーメントの比較