

大きな集中力を受ける地下鉄上床版の挙動について

中央復建コンサルタンツ(株) 正員○山口直紀

" 北嶋武彦

" 近藤哲也

大阪市立大学工学部

" 園田恵一郎

大阪工業大学

" 堀川都志雄

1. はしがき：地下鉄トンネル上に高速道路や高架鉄道の橋脚が載る場合、上床版には大きな集中力が作用する。一般に箱型トンネルの設計は、単位幅を持つ箱型ラーメンとして解析しているが、上床版に局部的に大きな荷重が作用する場合は、板構造として解析するべきであろうと考えられる。またその局所荷重は大きいいため、上床版の厚さはかなり大きくなり、柱と側壁との間隔(スパン)に対する厚さの比も大きくなる。このように版厚/スパン比が大きいスラブ、いわゆるディープスラブでは、ベルヌーイの仮定が成立せず、版厚方向のひずみ^{1), 2)}分布が非線形になることが知られているので、前述の箱型ラーメンとしての解析は不十分と思われる。本研究では、局所荷重を受けるディープスラブの応力解析を3次元弾性理論(厚板理論¹⁾)に基づいて行い、最大曲げモーメントに着目した有効幅を求め、この種のディープスラブの設計に供するものである。

2. 解析法：図-1に示される地下鉄

箱型ラーメンの橋脚直下の曲げモーメントのみに着目して、図-2に示す局所分布荷重を受ける四辺単純支承の長方形スラブを解析モデルとして採用した。厚板理論によって求められる応力分布から、曲げモーメントは次のように得られる。¹⁾

$$M_x = \int_{-\frac{h}{2}}^{\frac{h}{2}} \sigma_x z \cdot dz \quad (1)$$

局所荷重に対する有効幅を定義する場合、変位や応力あるいは断面力等に着目する種々の

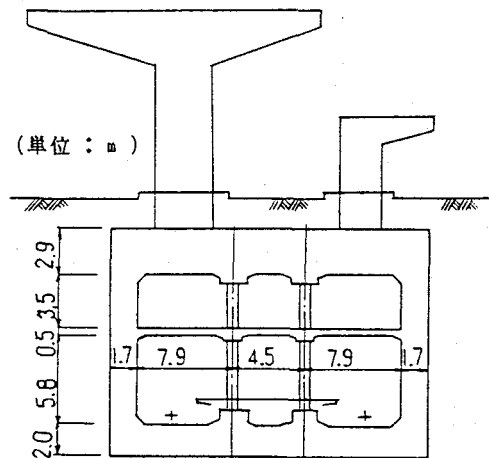


図-1 地下鉄断面図

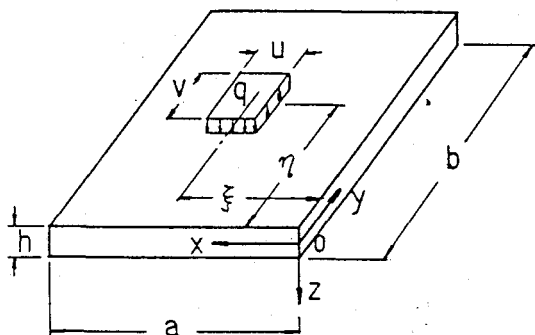


図-2 解析モデル

方法があるが、ここでは最大曲げモーメントによる有効幅を採用し、次の2式により計算する。

$$\lambda_1 = \int_0^b M_x \cdot dy / M_{\max} \quad \text{--- (2)}_1$$

$$\lambda_2 = M_o / M_{\max} \quad \text{--- (2)}_2$$

ここに、 $M_{\max}$: 式(1)より得られる最大曲げモーメント、 M_o : 単純ばりの曲げモーメント。式(2)₁は、厚板自身の曲げモーメントによる方法で、式(2)₂は、はりの曲げモーメントと厚板の曲げモーメントとを等価にする方法である。

3. 計算方法: まず、図-2に示す解析モデルの有効幅に及ぼす長辺 b の影響を調べた

ところ、有効幅 λ_1 および λ_2 とともに、ほとんど変化がないことが判明した。図-3は、式(2)より計算した有効幅を示したものである。ここで λ_o はコンクリート標準示方書³⁾の一方方向スラブの有効幅である。スラブ中央での有効幅は、 $\lambda_1 = 0.70a$ 、 $\lambda_2 = 0.85a$ および $\lambda_o = 1.2a$ であった。 λ_o が λ_1 、 λ_2 に比して大きいのは次の理由によると考えられる。

①厚板理論による曲げモーメントは、載荷点近傍で卓越する傾向にある。②標準示方書では、スラブの中央面まで分散した載荷幅を採用しているため、その影響が大きい。

次に、 λ_1 と λ_2 のうち小さい方を λ とし、スラブ厚と載荷幅に対するスラブ中央の有効幅との関係を図-4に示す。図中、点線は、スラブ中央面までの荷重分散を考慮しない場合の有効幅 λ_o を示す。図-4より載荷幅が小さいほど、スラブ厚が大きいほど λ は小さくなる。一方、橋脚直下では剛度が高くなっており、荷重端での曲げモーメントを用いる有効幅

を考える方法もあろう。また、せん断力も重要な問題であり、今後の研究課題としたい。

参考文献: 1) 園田恵一郎・堀川都志雄: 道路橋床版の輪荷重直下の応力の算定について, 土木学会論文報告集, No. 273, 1978年5月 2) 園田恵一郎・堀川都志雄: 局所荷重を受けるコンクリートディープスラブの曲げ引張応力とひび割れ発生荷重の算定, 土木学会論文報告集, 第343号, 1984年3月 3) 土木学会: コンクリート標準示方書, P. 58, 昭和55年

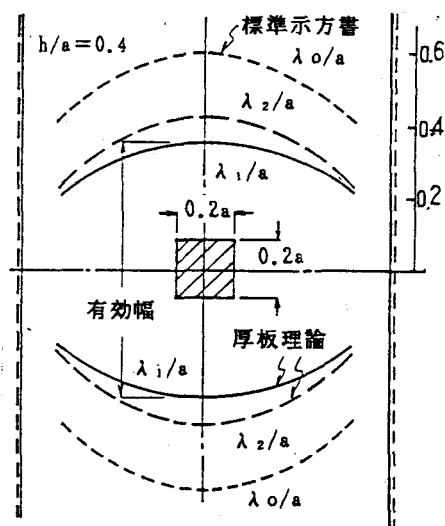


図-3 有効幅の比較

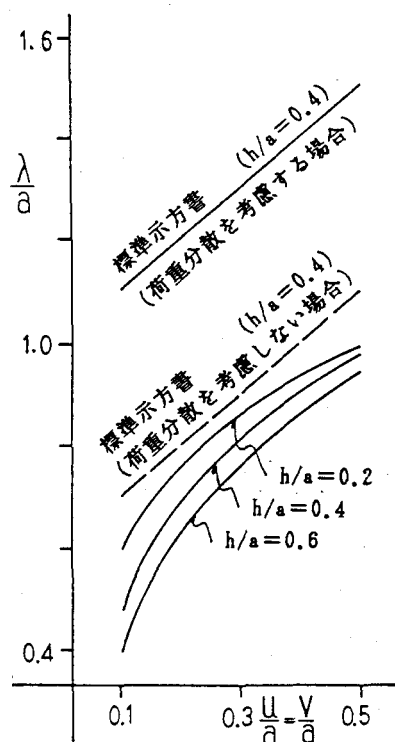


図-4 スラブ中央の有効幅