

IV-24 鉄道橋としてのスラブげた設計上の問題点

国鉄構造物設計事務所 正員 松本嘉司
○国鉄新幹線局土木部 安本修一

1. 緒論：スラブ橋(一方向スラブ)といっても、 $\frac{l}{b}$ (スパンとけた中の比)、 $\frac{b}{h}$ ($b > h$)けた中とけた高の比)によっていろいろな形状のものがある。一般に $\frac{l}{b}$ が大きくなるにつれて、断面各点の荷重分配値は等しくなる傾向にあり、また横方向曲げモーメントのスパン方向曲げモーメントにたいする割合も小さくなる傾向にある。これは形状がスラブであっても、 $\frac{l}{b}$ が大きくなるにつれてスラブの性状が減って、はりの性状が増えることを示すものである。土木構造物設計基準(案)はこの点について明確な指示を与えていないので設計上の判断にこまることがある。ここでは鉄道橋の軌道荷重にたいするスラブの有効中、配力鉄筋等の問題を $\frac{l}{b}$ と $\frac{b}{h}$ (荷重中とけた中の比)との関連において検討したものである。検討にあつての理論的根拠はオルゼニ氏の「一方向スラブ」の解にもとめた。

2. 鉄道橋としてのスラブげた：鉄道橋では普通スパン 6.0m 以下のところにスラブげたが多く用いられるが、けた高制限の関係から 10.0m 以上のものでも圧縮鉄筋をいれてスラブげたとすることもある。国鉄で用いられているスラブげたの特徴は

- i) 荷重の載荷が直接的でない、すなわち荷重は道床を通じてスラブげたに伝えられる。
- ii) スパンは $1.0 \sim 15.0\text{m}$ 、けた中は $2.5 \sim 3.7\text{m}$ 、スラブ厚は $0.15 \sim 0.30\text{m}$
- iii) $\frac{l}{b}$ は $0.3 \sim 6.0$ 、 $\frac{b}{h}$ (荷重中のけた中にたいする比)は $0.6 \sim 0.9$ (枕木中 $2.1 \sim 2.3\text{m}$ を荷重中とする)

3. 有効中：設計基準(案)は22条「軌道上の輪荷重をうける版の荷重の取扱い方」(1) b.において、スラブの有効中としてスパンの大半を占めることができると規定している。しかしスラブげたにある中をもつ集中荷重が断面中心に載った場合の荷重分配は、荷重直下で最大値をとり、荷重位置をはなれるにしたがつて小さくなる。有効中とはこの荷重分配の最大値で設計する場合にけたとして有効に働く部分である。したがって有効中がけた中以上になることは考えられない。

スラブの有効中は $\frac{l}{b}$ 、 $\frac{b}{h}$ 、スパン方向の荷重状態、横方向の荷重状態等の影響を受けるが、ここではスパン中点にある中をもつ集中荷重が断面中心に作用した場合を取扱う。(図-1) スパン中点(a点)の単位中あたりの曲げモーメント $M_{x(a)}$ は、荷重がスラブの有効中 b_e で分扱されるとすれば

$$M_{x(a)} = \frac{1}{4} P \cdot \frac{l}{b_e} \quad (1)$$

また断面中心点(a_s 点)の曲げモーメント $M_{x(a_s)}$ は

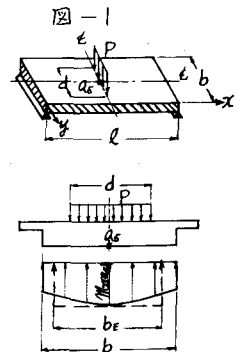
$$M_{x(a_s)} = \frac{P}{8} \cdot A_x \quad (2) \quad (A_x = a_s \text{ 点の影響面積})$$

$M_{x(a)}$ と $M_{x(a_s)}$ は等しいから、 $A_x = \alpha_x b$ とおけば、(1)、(2)より

$$b_e = \frac{d l}{4 A_x} = \frac{d l}{4 \alpha_x (\frac{l}{b})} \quad (3)$$

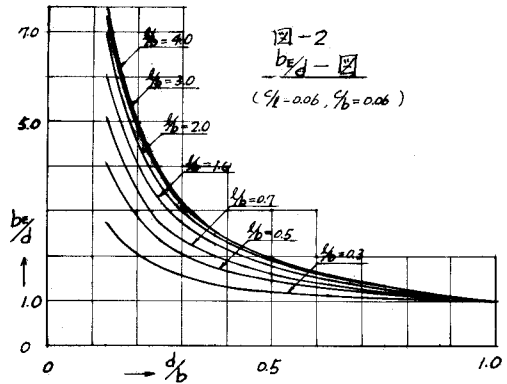
が得られる。この b_e をスラブの有効中と定義する。

オルゼニ氏の $M_{x(a_s)}$ 影響面図($\nu=0$, $B/B_0=1.0$) から $\alpha_x (= \frac{A_x}{b})$ を数値計算すれば、有効中と荷重中の関係を示す図-2が得られる。



(3)式および図-2 からわかることは

- i) スラブの有効中に影響を与えるのは ℓ_b と d/b である。有効中の荷重中にたいする割合は、 ℓ_b が大きくなるにつれて大きく、 d/b が小さくなるにつれて大きくなっている。
- ii) スラブの有効中の最大値はけた中(b)であり、これは ℓ_b に関係なくけた全中に荷重が載荷されたときにおこる。
- iii) スラブの有効中の最小値は荷重中(d)である。これは $\ell_b = 0$ (中が無大) のときである。



4. 配力鉄筋：設計基準(案)は23条「一方方向版の配力鉄筋において、スラブの長さ1mあたりの配力鉄筋量としてスラブ中1mあたりの引張鉄筋量の ℓ_b 以上をとること、またスラブが集中荷重をうける場合に集中荷重にたいする鉄筋量を持つにつけ加えること、と規定している。ところでこの配力鉄筋とは横方向曲げモーメントにたいするもので、鉄筋量は横方向曲げモーメント(M_y)のスパン方向曲げモーメント(M_x)にたいする割合として示される。横方向曲げモーメントのスパン方向曲げモーメントにたいする割合(M_y/M_x)は ℓ_b 、 d/b に関係があり、 ℓ_b が一定めとせば d/b が大きくなるにつれて M_y/M_x は小さくなり、また ℓ_b が一定めとせば d/b が小さくなるにつれて、 M_y/M_x は大きくなると思われる。しかしこの規定は ℓ_b に無関係に一定の鉄筋量と配置するように指示しているが、これでは鉄筋量が安全すぎたり、危険側のものになったりするおそれがある。

ここでは、配力鉄筋量は ℓ_b と d/b との関係で定めるのがよいとの考え方のもとに、等分布荷重满载の場合、載荷中dをもつ集中荷重がスパン中点に作用した場合について M_y/M_x と ℓ_b 、 d/b との関係を探った。(図-1参照) 図-3はこの関係を示すものであるが、 M_x 、 M_y はそれぞれスパン中点の断面中心点の値である。計算にあたって M_x は $V=0$ 、 M_y は $V=1/2$ の値をとった。図-3が示すことは

- i) M_y/M_x は ℓ_b 、 d/b に大きく影響される。
- ii) 等分布荷重の場合の M_y/M_x は $\ell_b = 0 \sim 4.0$ において約17%~2%となっている。
- iii) 鉄道橋のスラブげたの場合($d/b = 0.6 \sim 0.9$, $\ell_b = 0.3 \sim 4.0$)活荷重にたいする M_y/M_x は上限は約30%~20%、下限は約10%~5%となっている。
- iv) 等分布荷重满载(死荷重)の場合と集中荷重(活荷重)の場合とでは M_y/M_x の値に大きな差があることがある。

