

ソールプレートの効能

2011. 4. 28
S. T.

1. まえがき

「ソールプレート」と言われて、一般の人は靴底に貼ってあるヒョウタン型のゴム板を思い浮かべるだろうが、橋の構造の世界では桁の支点の下に設ける板の事を指し、その役割も若干異なる。

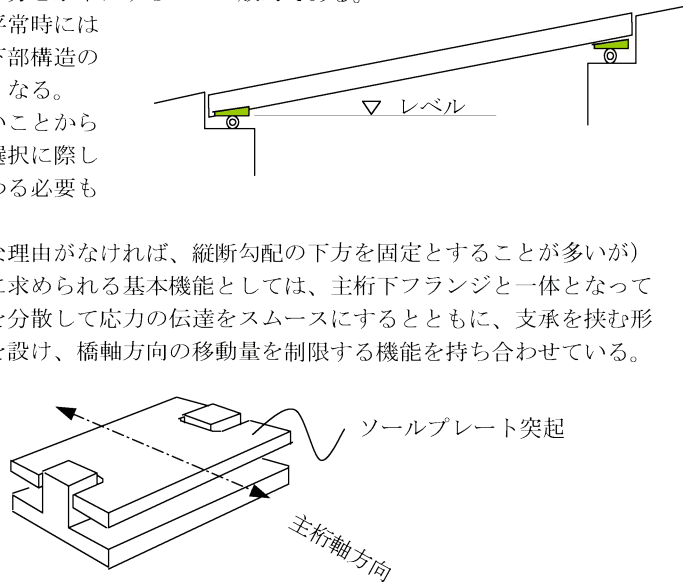
このたび実務においてソールプレート下面に勾配を持った使用を強いられたので、そのことが及ぼす構造物全体への影響などを取りまとめてみるものとした。

2. ソールプレートの原則的な使い方と基本機能

通常は、橋の設計に際して桁が縦断勾配を有していても、ソールプレートにはその勾配を打ち消すレベリング機能が求められていて、下図のようにテーパをもった形状にて支承に接する部分を水平にするのが一般的である。

このことによって、平常時には水平力が発生せず、下部構造の設計・施工がやり易くなる。また水平力が生じないことから支承の可動・固定の選択に際して勾配の上下にこだわる必要もなくなる。

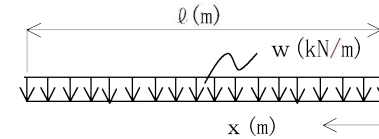
(この場合でも特別な理由がなければ、縦断勾配の下方を固定とすることが多いが) またソールプレートに求められる基本機能としては、主桁下フランジと一体となって支承からの集中荷重を分散して応力の伝達をスムーズにするとともに、支承を挟む形で突起(下図参照)を設け、橋軸方向の移動量を制限する機能を持ち合わせている。



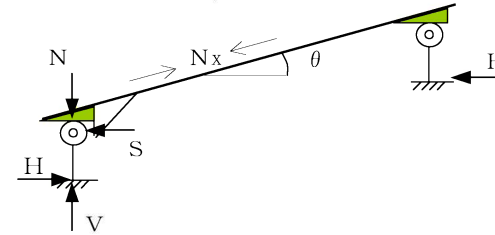
3. ソールプレート下面勾配による影響

急な用に備えて作り置き「応急橋」には、汎用性のある等厚ソールプレートが用意されている。もちろん作り変えることも可能であるが、必ずしも余計な時間・経費をかけて作り変えるのではなく、ソールプレートの下端勾配の持つ影響を掌握した上で、早急にかつ経済的な対応をすることも選択肢の一つとなろう。

等厚ソールプレートを用いるとなれば、その設計法も一義的に定まってしまうが、ここでは多少寄り道をして、ソールプレート下端の勾配が持つさまざまな性質を並べ構造力学の基本を見直してみる。

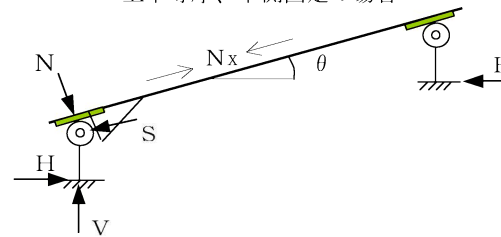


• Case. 1 上下水平、下側固定の場合



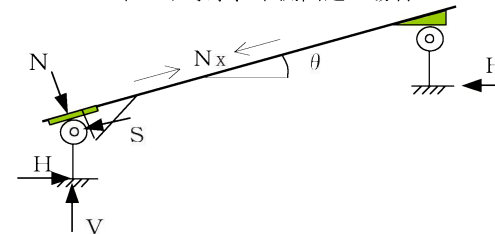
項目	記号	作用力
ソールせん断	S	0
ソール支圧力	N	$w \cdot l / 2$
水平反力	H	0
鉛直反力	V	$w \cdot l / 2$

• Case. 2 上下等厚、下側固定の場合



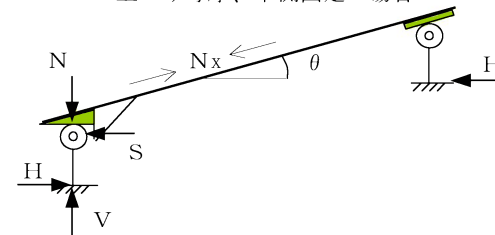
項目	記号	作用力
軸力	N_x	$w \cdot x \cdot \sin \theta$
ソールせん断	S	$w \cdot l \cdot \sin \theta$
ソール支圧力	N	$w \cdot l / 2 \cdot \cos \theta$
水平反力	H	$N \cdot \sin \theta$
鉛直反力	V	$w \cdot l / 2 + H \cdot \tan \theta$

• Case. 3 下のみ等厚、下側固定の場合



項目	記号	作用力
軸力	N_x	$w \cdot (l/2 - x) \cdot \sin \theta$
ソールせん断	S	$w \cdot l / 2 \cdot \sin \theta$
ソール支圧力	N	$w \cdot l / 2 \cdot \cos \theta$
水平反力	H	0
鉛直反力	V	$w \cdot l / 2$

• Case. 4 上のみ等厚、下側固定の場合



項目	記号	作用力
軸力	N_x	$w \cdot x \cdot \sin \theta$
桁せん断	S_x	$w \cdot (l/2 - x) \cdot \cos \theta$
ソールせん断	S	$w \cdot l / 2 \cdot \cos \theta \cdot \sin \theta$
ソール支圧力	N	$w \cdot l / 2 + H \cdot \tan \theta$
水平反力	H	$w \cdot l / 2 \cdot \cos \theta \cdot \sin \theta$
鉛直反力	V	$w \cdot l / 2 + H \cdot \tan \theta$

4. 式の検証

3. で示した一般式に、以下の条件を挿入してみる。 $\ell=10\text{m}$ $w=10\text{ kN/m}$
 $\theta=10^\circ$ $\sin\theta=0.173648$ $\cos\theta=0.984808$ $\tan\theta=0.176327$

・Case.1 上下水平、下側固定の場合

項目	記号	作用力		水平成分	鉛直成分
ソールせん断	S	0	0.0000	0.0000	0.0000
ソール支圧力	N	$w \cdot \ell / 2$	50.0000	0.0000	50.0000
水平反力	H	0	0.0000	0.0000	
鉛直反力	V	$w \cdot \ell / 2$	50.0000		50.0000

・Case.2 上下等厚、下側固定の場合

項目	記号	作用力		水平成分	鉛直成分
軸力	N_x	$w \cdot x \cdot \sin\theta$			
ソールせん断	S	$w \cdot \ell \cdot \sin\theta$	17.3648	17.1010	3.0154
ソール支圧力	N	$w \cdot \ell / 2 \cdot \cos\theta$	49.2404	8.5505	48.4923
水平反力	H	$N \cdot \sin\theta$	8.5505	8.5505	
鉛直反力	V	$w \cdot \ell / 2 + H \cdot \tan\theta$	51.5077		51.5077

・Case.3 下のみ等厚、下側固定の場合

項目	記号	作用力		水平成分	鉛直成分
軸力	N_x	$w \cdot (\ell / 2 - x) \cdot \sin\theta$			
ソールせん断	S	$w \cdot \ell / 2 \cdot \sin\theta$	8.6824	8.5505	1.5077
ソール支圧力	N	$w \cdot \ell / 2 \cdot \cos\theta$	49.2404	8.5505	48.4923
水平反力	H	0	0.0000	0.0000	
鉛直反力	V	$w \cdot \ell / 2$	50.0000		50.0000

・Case.4 上のみ等厚、下側固定の場合

項目	記号	作用力		水平成分	鉛直成分
軸力	N_x	$w \cdot x \cdot \sin\theta$			
桁せん断	S_x	$w \cdot (\ell / 2 - x) \cdot \cos\theta$			
ソールせん断	S	$w \cdot \ell / 2 \cdot \cos\theta \cdot \sin\theta$	8.5505	8.5505	0.0000
ソール支圧力	N	$w \cdot \ell / 2 + H \cdot \tan\theta$	51.5077	0.0000	51.5077
水平反力	H	$w \cdot \ell / 2 \cdot \cos\theta \cdot \sin\theta$	8.5505	8.5505	
鉛直反力	V	$w \cdot \ell / 2 + H \cdot \tan\theta$	51.5077		51.5077

5. あとがき

前述したようにソールプレートの下端は水平であることに勝ることはない。しかしながら、本ケースのごとくやむなく使用するケースも出てくる。これを不可とすることは許されず、ソールプレートの勾配がもつ影響を十分に理解したうえで、安全対策を講じていかなければならない。

実際に対応してみても思うのは、力の釣合を考えることで作用力の算定が容易にできて、誤りを避ける手段として有効であることである。初等力学にある「外力の和は反力の和に等しい」「鉛直荷重に対しての水平反力の和はゼロである」などである。

たかがソールだがされどソールである。これからも出くわすであろうことだから中身を十分に理解して間違いのない対応を望む。でもさ、やっぱりソールプレートの下面は水平にさせて欲しいなあ。