

日本道路公団 正会員 細田 和夫
日本道路公団 正会員 中村 修吾

1. まえがき PC押出し工法とは、一般に橋台背後の取付道路上などに設置した主桁製作台上で長さ10m前後の橋体ブロックを製作し、これに適當なプレストレスを導入後ブロックを前方に押し出し、次に空いた製作台上で前方に押し出したブロックにコンクリートを打ち継ぎPC鋼材で結合しながら順次橋体ブロックを送り出して橋梁を架設する工法である。押し出し施工中には、主桁のすべての断面が随時交替する曲げモーメントを受けるため、それに見合う程度の軸方向プレストレスを導入する必要がある。この押し出し施工時の断面力を低減させる方法としては、①橋脚間に仮支柱を設置する。②主桁先端部に手延べ桁を取付ける。③支点位置にタワーを立て、ステーを取付ける。等の方式がある。以上の方法は、架設地点の地形条件、支間割、経済性、施工性等により適宜選択する必要があるが、一般的には仮支柱と手延べ桁の組み合わせ(①と②)が最も多く採用されている。

本報告は、九州横断自動車道鈴鹿橋を構造形式のモデルにとり、手延べ桁の長さおよび剛性を変化させた場合の主桁に生じる断面力ならびに橋体数量に及ぼす影響について検討を行ったものである。

2. 構造系モデル 構造系は、図-1に示す4径間連続橋とし全幅10.75m、車道幅員9.25mのPC箱桁橋とする。

手延べ桁の計算条件の設定にあたり主桁の桁高が橋体数量に与える影響を工費に大きなウエイトをしめるコンクリート量およびPC鋼材量について比較検討した結果、桁高を2.5mにすれば数量的に有利であり、従来の押し出し工法の施工例ではスパン桁高比 $1/6 \sim 1/8$ 程度を採用していることを考慮し主桁の桁高を2.5mに固定し、手延べ桁長および剛性を表-1に示すように設定した。

3. 手延べ桁長の影響 図-2は、施工例または現在計画されている橋梁の最大スパンと手延べ桁の長さの関係について示したものであり、一般的に支間の60~80%の手延べ桁長が施工されている。この手延べ桁長の変化に伴う主桁断面力および橋体数量の比較を以下に行う。

3-1 断面力の比較 図-3は手延べ桁の長さを変化させることに伴って架設時の主桁各断面に生ずる最大・最小曲げモーメントを示したものである。

手延べ桁長の変化が、押し出し終了時まで主桁の各断面に生ずる最大および最小曲げモーメントに及ぼす影響は、手延べ桁に近い $B_1 \sim B_4$ 間の断面に顕著に現われるが、 $A_1 \sim B_1$ 間の断面については、その影響がほとんどない。また、押し出し中に発生する $B_3 \sim B_4$ 間の最小曲げモーメントに注目すると、手延べ桁の先端が42mスパン($P_1 \sim B_3$ 間)を渡るにつれて大きくなり、先端が次の支点 B_2 に到達する直前に曲げモーメントの極値(オ1極値)を得る。手延べ桁の先端が支 B_2 に到達すると曲げモーメントが一旦小さくなるが、押し出しがお進みと曲げモーメントもまた上昇し、再び極値(オ2極値)を得る。

手延べ桁長を支間の50%にするとオ1極値のみが極端に増加し手延べ桁長を支間の70%にするとオ1極値が小さくなり、ほぼオ2極値と同程度になる。さらに、手延べ桁を長くするとむしろオ2極値の方が大きくなる。

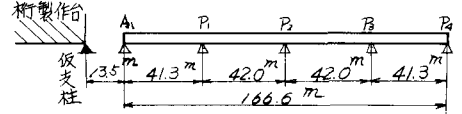
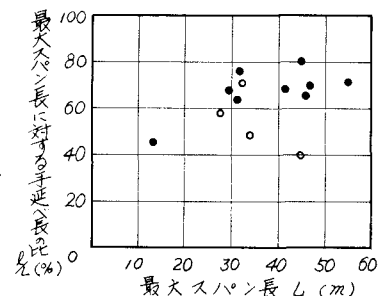


図-1 構造系モデル

手延べ桁長		手延べ剛性
$E_s I_g / E_c I_c = 0.18$		$I_g / L = 0.7$
l_g / L	l_g (m)	$E_s I_g / E_c I_c$
0.5	21.0	0.11
0.7	29.4	0.18
0.9	37.8	0.25

注) $E_c = 3.5 \times 10^8 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$, $E_s = 2.1 \times 10^6 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$

表-1 手延べ桁の計算条件



注) ●印は国内の施工例、○印は海外の施工例
注) ステー方式は除く

図-2 最大スパン長と手延べ桁長

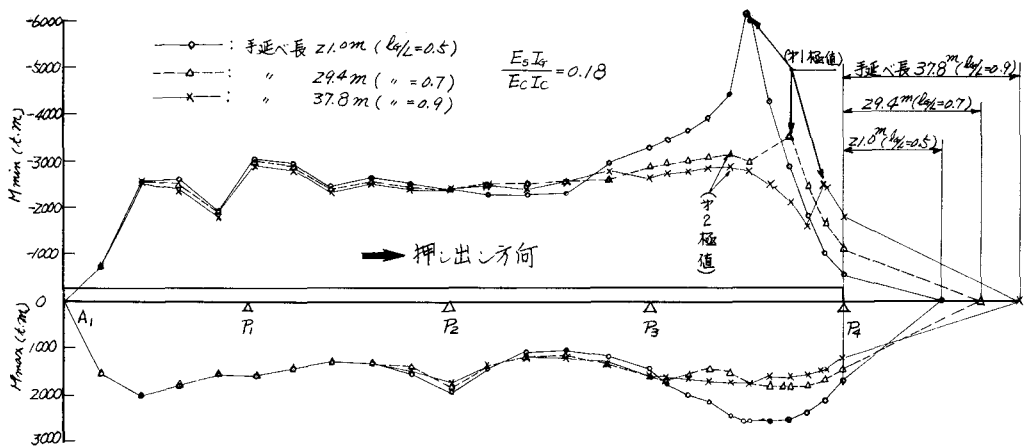


図-3 手延べ桁の長さによる影響(架設時主断面に生ずる最大・最小曲げモーメント)

3-2 橋体数量の比較 手延べ桁の長さに対する橋体の必要コンクリート量およびPC鋼材量の関係を図-4、図-5に示す。手延べ桁の長さを支間の50%にすると、前述のように最小曲げモーメントが極端に増加し、主桁下縁に許容応力度以上の曲げ圧縮応力度が生ずるため、下床版厚を増加せざるを得ず、コンクリート量も増大してしまう。

手延べ桁の長さが長くなるにつれて、断面力も減少するため、橋体数量もそれにつれて減少する。しかしながら橋体数量の減少傾向は、手延べ桁長が支間の70%程度から著しく小さくなる。

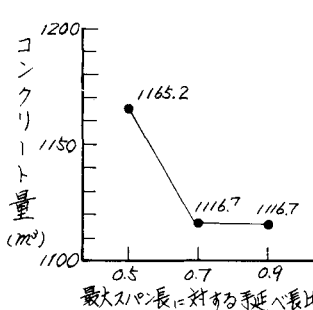


図-4 手延べ桁長とコンクリート量

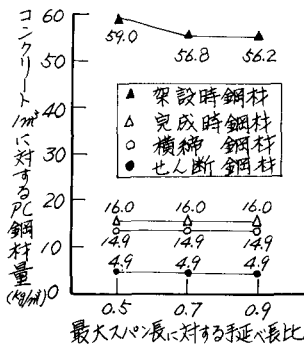


図-5 手延べ桁長とPC鋼材量

4. 手延べ桁の剛性による影響

図-6は、手延べ桁長を支間の70%にし、剛性を変化させた場合の主桁断面に生ずる最大・最小曲げモーメントを示したものである。

手延べ桁の剛性による影響は、手延べ桁長の影響よりも小さい。しかしながらPC鋼材の配置上、手延べ桁取付部近傍に生ずる最小曲げモーメントの σ_1 極値と σ_2 極値の差が小さいほど有利であるといえる。本図より、手延べ桁長70%に対しては、 $E_s I_g / E_c I_c = 0.11$ の場合が適当な剛比のように考えられる。

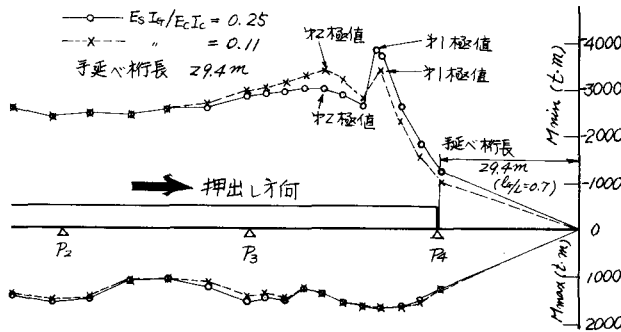


図-6 手延べ桁の剛性による影響(架設時最大・最小曲げモーメント)

5 あとがき 手延べ桁の長さおよび剛性の変化が、押出し終了時まで主桁の各断面に生ずる最大および最小曲げモーメントに及ぼす影響は、押出し先端の1スパンに顕著に現われるが、その他のスパンについては、ほとんど大差がない。手延べ桁の長さについては、支間長の約70%程度以上になると橋体数量にほとんど影響がなく、従来施工例の多い支間の60~80%程度が適当と思われる。また、剛性の変化に対しては、断面力および橋体数量に及ぼす影響が小さいようであるが、 σ_1 極値と σ_2 極値の差を小さくように剛性を選定する必要がある。今回は1構造系について述べたに過ぎず、今後スパン長等を変えて最適な手延べ桁選定方法について検討したい。