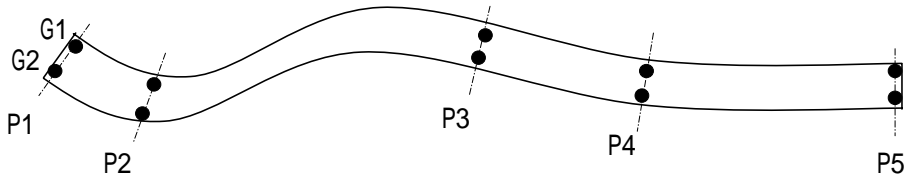


1. まえがき

不静定次数の大きく複雑な線形を有する連続桁において、時として支承反力がマイナスになるケース（以後負反力という）が発生することがある。この現象をクリアするには、原因を究明して取り除くあるいは負反力に耐える構造を選択することになるが、より望ましい対処法を探るための手段について以下に述べる。

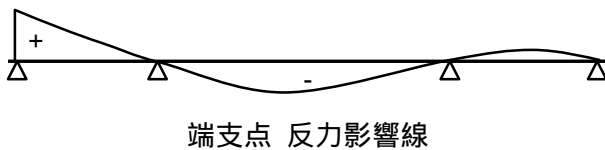


2. 負反力を生じる要因

後述する各種対策は、アップリフトを生じる要因によってその有効性が異なるので、まず、考えられる要因を列挙した上で、有効な対策について述べるものとする。

(1) 支間割りの不適

多径間連続桁において支間長の比率が適切でないと、端支点到に負反力が生ずることがある。

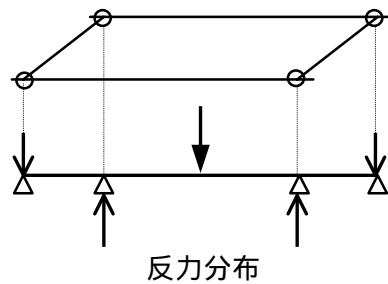


支間長の比率が適切でない場合、反力影響線のマイナスの面積がプラスを上回る。

(2) 斜角の影響

斜角を有する場合、桁のたわみ性状の関係から鈍角部に反力が集中し、鋭角部に負反力が生ずることがある。

径間部の載荷重によって、鋭角支点到に負反力が生じる



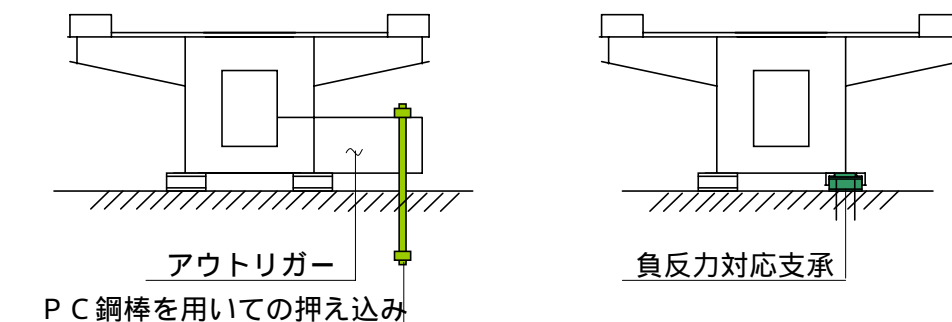
(3) 曲線・拡幅の影響

平面的な線形が曲がっていたり部分的に拡幅されている場合、支承反力のばらつきが大きくなり、活荷重の偏載によって（著しくは死荷重載荷の状態でも）、負反力が生ずることになる。

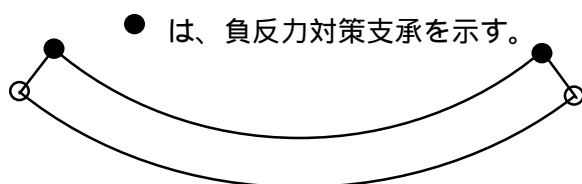
(4) 共通対策

上述の対策を講じてなお負反力が生じる場合には「PC鋼棒を用いたの押え込み（下図左参照）」あるいは「負反力支承の使用（下図右参照）」もやむなきに至ることもある。ただし、下図に示す単純桁の例などでは、負反力抑制材の破損が、直接落橋に繋がるので使用に際しては慎重でなければならない。またアウトリガーの構造選定に際しては、設計時に往々にして漏らしがちな水平作用力による疲労亀裂が生じた事例が多くあることを念頭におくべきである。

負反力支承



単純桁の負反力対策



単純桁では負反力支承の破壊が落橋に繋がるので採用には慎重でありたい

負反力対策事例 -



アウトリガーの設計に際しては、水平方向への作用力に対する対応が欠かせない。

負反力対策事例 -

3. 対策

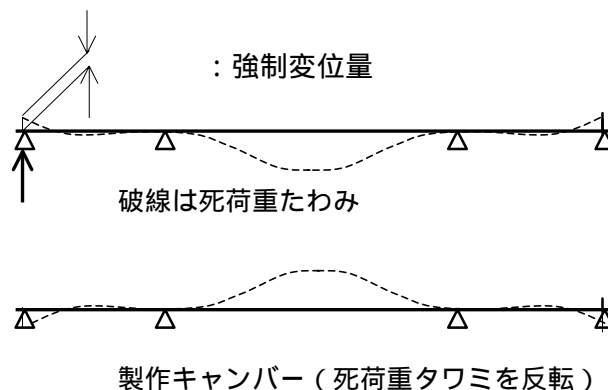
負反力が生ずる事例をみると、前述要因の複数が絡み合っていることが常であるが、対策を選定するに際しては主たる要因は何かを見極めた上でなければ、効率的なものは打ち出せない。また、基本条件である支間割りの見直し・平面線形の見直しが有効であることはまぎれもないが、ここではそれらの対策が不可なるものとして、次善の策について述べるものである。

(1) 支間割りの不適

支点高さの強制変位

支点固定解析において負反力が生ずる支点を強制的に嵩上げして、これを解消する方法。

製作に際しては、右図のごとくこの時の死荷重たわみ分を製作キャンパーとする。



カウンターウェイト

負反力の生じる支承近傍に それを打ち消すための錘を載荷して押しつける方法。

(2) 斜角の影響

「支間割りの不適」の場合と同様に「支点の強制変位」「カウンターウェイト」が有効である。特に前者は、製作施工性・現場施工性の改善に繋がることも多いので積極的に検討対象に加えるべきである¹⁾。

(3) 曲線・拡幅の影響

上記2案はこのケースにおいても有効であるが、その他の工法としてアウトリガーの活用・支承の除去などがある。

アウトリガーの設置

負反力が生じる支点の相方支承(同一支承線上の外桁支承)を、アウトリガーを活用してより外側に配する方法。

負反力の出る支点を幅員内側に寄せるのは愚であり、アウトリガーを用いても効果はごく限られるので、比較の対象から外すべきである。

支承の除去

中間支点到負反力が生じる場合は、一方の支承を外すと負反力が解消されるばかりか残置する支承の反力も減じて、上下部工に取って大幅に有利となることがある。

1) 斜角を有する桁の解析と施工 —— 「第12回、BE技術交流会('07.12.27)」

4. まとめ

冒頭に述べたように、負反力が出ないような線形・支間割りを選定することが肝要ではあるが、諸事情から前述のような要因があつて負反力が生じる場合には、その要因を突き止めて真に有効な対策を講じなければならない。時として、数手段を解析・試設計して長短比較することが不可欠となることもあるが、一方で、要因を見極めた上で有効な手段をねらい打ちすることも、作業効率向上の面から不可欠である。

構造の選定に当たっては、維持管理にかかわる将来展望のもとかつ、製作・架設の施工性、下部構造に与える影響なども配慮に入れた中で、真に有効な手だてを導き出すことが求められている。

以下に、負反力発生要因と、対策例について、一覧表に示す。

負反力発生要因と各種対策例の有効性

要因 対策	支間割の不適	斜角の影響	曲線・拡幅 の影響	備考
支点高さの強制変位	有効であるがその量に限界がある	同 左	同 左	現場施工者の理解を得ることが不可欠である。
カウンターウェイトの使用	有効であるがその量に限界がある	同 左	同 左	多くの場合経済性に劣る
アウトリガー構造の採用	×	×	有効であるがその量に限界がある	下部工形状への配慮、維持管理への配慮が欠かせない
支点・支承の除去	×	×	まれに有効なことがある。	有効なケースは限られるが、経済性に繋がる。
「負反力支承」 「PC鋼棒」の使用	有効であるがその量に限界がある	同 左	同 左	維持管理面に配慮した構造選定が不可欠である。

負反力が大きい場合には、上記対策例を複数併用することも配慮しなければならない。