

## 鉄道高架橋の構造・基礎形式が地震後の角折れ等に及ぼす影響

神田政幸 出羽利行 舘山勝 谷口善則

鉄道の橋梁や高架橋の構造物間の不同変位量は角折れ・目違いと称し、構造物の設計・施工や供用中の維持管理において重要な指標となる。一般に、角折れ・目違いは構造物基礎の不同沈下に起因することが多く、角折れ・目違いと基礎の支持特性との関係等を実測データに基づき明らかにすることの意味は大きい。特に最近の新設線では、保守軽減を目的とした省力化軌道の敷設が多いことに加えて、既設線においても速度向上が図られる場合や乗り心地の観点からも角折れ・目違いを抑制することは益々重要となっている。本報告では、比較的長期の年数が経過し、調査直前に地震を経験した鉄道の橋梁や高架橋に着目し、角折れの他、不同沈下量を調べ、高架橋の構造形式、基礎の支持形式との関係等を明らかにすることを目的として、実構造物の水準測量及び得られた結果のデータ分析を実施した(図)。

(鉄道総研報告, 2010年7月号)

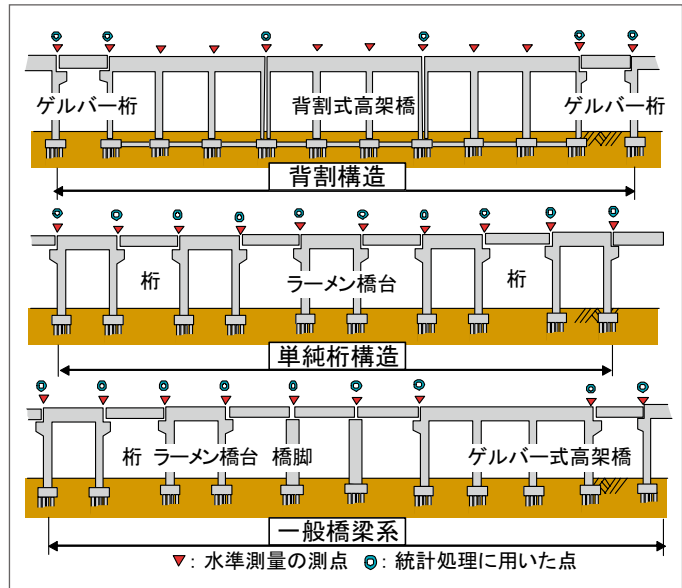


図 高架橋の構造形式と実施した水準測量位置の関係

## 地盤調査法に応じた地盤変形係数および地盤反力係数の算定法

西岡英俊 安西綾子 神田政幸 舘山勝

基礎の設計に用いる「地盤の変形係数」および「地盤反力係数」は、微小ひずみレベルから非線形性を示す地盤材料に対して、ある特定の設計条件(ひずみレベル, 作用時間)における等価線形剛性として定義される設計パラメーターである。しかしながら、同じ地盤であっても地盤調査法が異なれば調査精度が異なるだけでなく、そのひずみレベルの違いや試験の境界条件の違いによって異なる値が計測される。本論文では基礎標準の性能規定化に向けた改訂作業の一環として、地盤の変形係数および地盤反力係数に関して、このような地盤調査法別の違いを補正するための考え方を明示するとともに、統計結果に基づいて部分安全係数および修正係数を導

入した。これにより設計者が解析手法に応じて各設計値を合理的に設定できるようになるほか、適切に地盤調査を実施して精度の良い情報を詳細に把握することで設計が合理化できることとなる。

(鉄道総研報告, 2010年7月号)

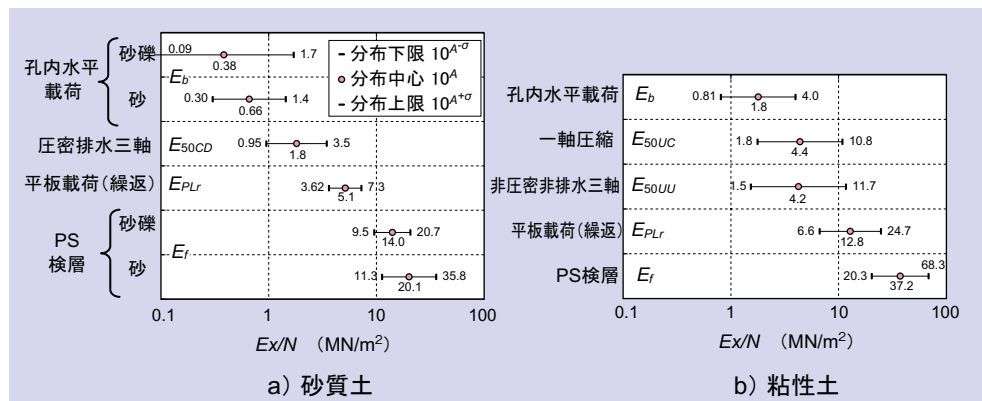


図 地盤調査法別の地盤の変形係数  $E_x$  と N 値の比の分布範囲

## 泥水濃度に着目した場所打ちコンクリートの強度評価法

神田政幸 西村昌宏 西岡英俊 千葉佳敬

鉄道構造物等設計標準・同解説（基礎構造物）では、場所打ち杭、深礎杭、連壁基礎の設計に用いるコンクリート強度等の特性値は、施工条件として気中条件、自然泥水条件（ベントナイト泥水濃度：3%未満）およびベントナイト泥水条件（ベントナイト泥水濃度：3%以上～10%以下）によって3種類に分け、低減係数 $\beta$ をコンクリートの呼び強度（設計基準強度）に掛け合わせ求めている。本研究では、場所打ちコンクリートの強度等に影響を与えると考えられる孔内水の泥水濃度に着目し、実施工現場の初期安定液の配合調査、工法別の泥水濃度の実態調査を実施した上で（図）、泥

水中のコンクリート強度等の特性値を求める新たな低減係数 $\beta$ を提案した。さらに実杭のコア供試体を対象に提案した低減係数 $\beta$ の妥当性を検証した。

（鉄道総研報告，2010年7月号）

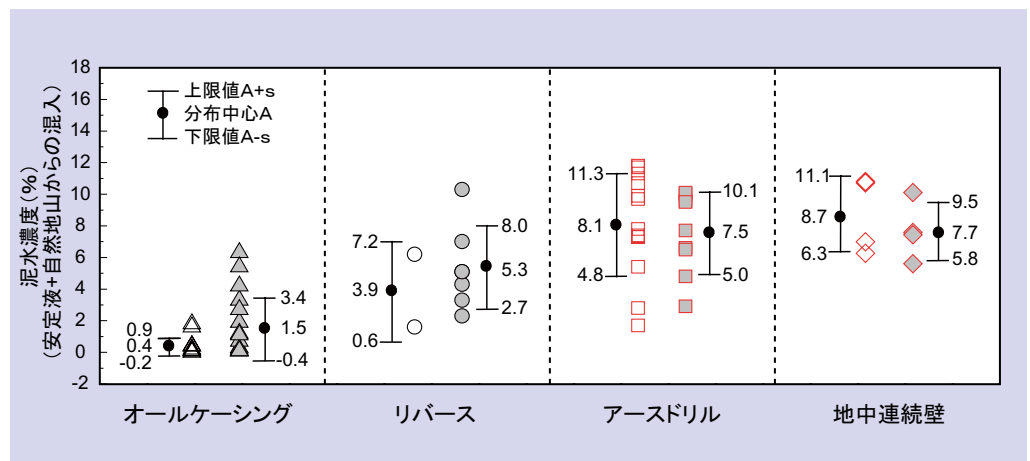


図 工法別泥水濃度分布（左：孔口，右：孔底）

## 分布地盤ばねモデルによる地震後の直接基礎の沈下量評価法

西村隆義 西岡英俊 神田政幸 舘山勝

直接基礎の性能規定型耐震設計における復旧性の照査では、地震後の残留沈下量が重要な指標となる。沈下量の算定法として、非線形特性を有する鉛直地盤ばねをフーチング全体に分布させるモデルを提案し、静的載荷実験および振動実験の再現解析によりその精度の検証を行った。その結果、直接基礎の回転挙動に伴う非線形挙動を精度良く求めることが出来ること、沈下量を安全側に算定できることが分かった（図）。

しかし、この手法は詳細な解析を行う必要があるため、より実務的に地震後の残留沈下量を評価する方法として、基礎底面の塑性化領域を指標とした底面塑性化率による方法を提案した。前述のモデルにより底面塑

性化率と沈下量の関係を検討した結果、底面塑性化率が大きいほど、地震時に発生する沈下量が急激に増大するが、底面塑性化率を片側10～20%程度に抑えることで、この鉛直変位の急激な増大を制限できることが分かった。

（鉄道総研報告，2010年7月号）

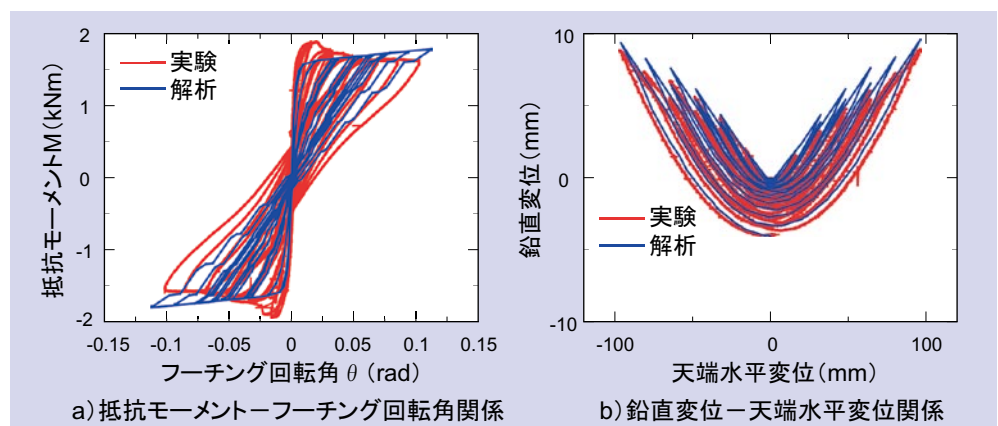


図 分布地盤ばねモデルによる静的実験シミュレーション結果

## 載荷試験データによる杭工法別の鉛直地盤反力係数算定法

西岡英俊 西村昌宏 神田政幸 舘山勝

鉄道構造物の設計において、基礎の沈下量を算定する上で鉛直地盤反力係数は重要な設計パラメーターである。杭の鉛直地盤反力係数は、施工による地盤の応力解放や乱れ、あるいは締固め効果の影響を受けるため、地盤条件や施工条件、あるいは環境条件の違いを適切に評価し、合理的な工法選定が可能となるように定める必要がある。本研究では基礎標準の性能規定化に向けた改訂作業の一環として、実杭の鉛直載荷試験データベースに基づき、地盤の変形係数から鉛直地盤反力係数の平均値相当を推定する算定式を杭の施工法別に提案した。これにより、地盤条件や施工条件、あるいは環境条件に適した合理的な工法選定が可能となる。さらに、不静定構造物など杭のばね定数の変動の影響が重要となる場合において変動の少ない工法の優位性が表現できるよう、工法別のばらつきの大さきの違いを定量的に把握することにより下限値相当に変換する低減係数も工法別に提案した。

(鉄道総研報告, 2010年7月号)

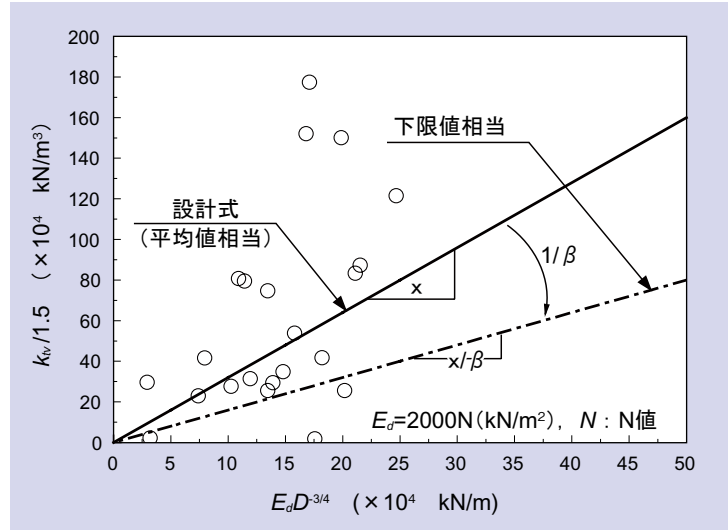


図 杭先端の地盤反力係数の実測値と設計式の設定例

## 地盤の非線形性を考慮した杭の地震時の水平抵抗特性

室野剛隆 西岡英俊 野上雄太

杭基礎の抵抗特性 (p-y 関係) の非線形性には、上部構造物からの慣性力が杭に伝達され、杭周辺地盤が局所的に非線形化する影響 (ローカル非線形性) と、自然地盤が地震動によりせん断変形して非線形化することによる影響 (サイト非線形性) の2つが複雑に絡み合っています。本研究では、まず、それらを陽な形で考慮した新しい p-y モデルを提案しました。一方、現行の設計法で用いている p-y モデルは、非常に単純なバイリニア型モデルで、必ずしも陽な形で先の2つの非線形性を考慮したものではありませんが、取扱いが容易なので設計実務で有用なモデルと言えます。そこで、提案した詳細 p-y モデルと現行のバイリニア型 p-y モデルによる計算結果を比較しながら、現行モデルの適用性について検討し

ました。その結果、現行の設計用値を1~2倍した初期勾配と上限値を用いることにより、バイリニア型 p-y モデルでも、安全側の評価としては十分適用性を持つことが確認できました。

(鉄道総研報告, 2010年7月号)

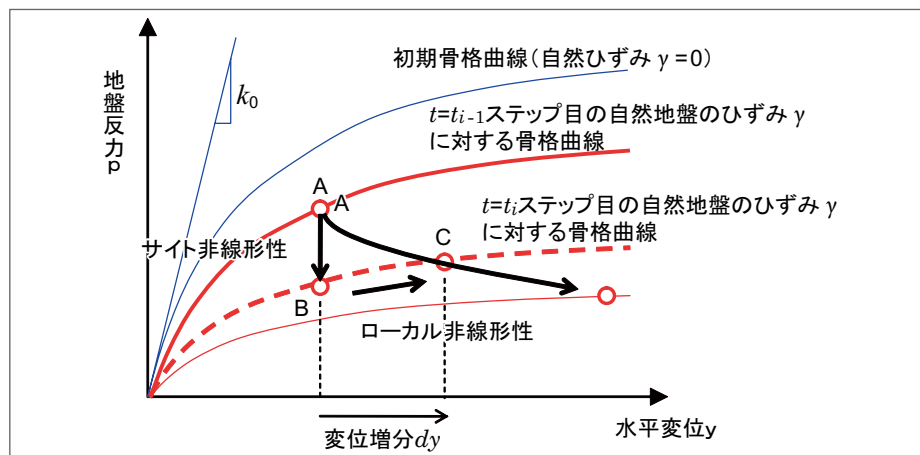


図 サイト非線形性とローカル非線形性を考慮した地盤ばねの考え方