

III-15

橋梁基礎の規模と地盤の液状化条件の関係

建設省土木研究所 正会員 松本 秀應

建設省土木研究所 正会員 佐々木 康

1. まえがき

道路橋の設計では、上部構造の寸法諸元が地震力により決定されることは稀であるが、基礎の形式や寸法諸元の大部分は耐震設計により決定される。特に、地盤に液状化の可能性があるような場合には、液状化条件(液状化の程度及び範囲)により基礎諸元が大きく変化する。そのため、地盤の液状化条件が道路橋の基礎諸元に与える影響を明らかにするために試設計を行った。

2. 設計の対象とした橋梁の条件

設計に用いた橋梁上部工の諸元としては、既設橋梁の事例¹⁾を参考にして表-1に示す条件を設定した。

表-1に示すように上部構造条件としては、鉛直荷重 V 、水平荷重 H 、及びモーメント M の組合せを変化させるために、鋼単純桁、鋼連続桁、及びPCポストテンションT桁の3タイプを、下部構造条件としては、鋼管ぐいを用いた基礎及び場所打ちぐいを用いた基礎の2タイプを設定した。また、地盤の液状化条件のモデル化は、表-1に示すように液状化層の厚さとして3.5mから12mの3段階、地盤の液状化の程度として F_L 値を0.5から1.3の5段階に変化させ、合計 $3 \times 5 = 15$ タイプの地盤条件を設定した。そのため、設計条件の組合せとしては $3 \times 2 \times 15 = 90$ タイプとなる。

3. 検討の方法

設計は道路橋示方書²⁾の規定に従って、支持力(軸方向押込み力、軸方向引抜き力、軸直角方向力)、フーチング及びぐい体の応力度、設計地盤面での水平変位量について照査を行った。設計においては上部工がぐい体下端に作用する標準的な荷重の組合せを決定した後、この荷重を用い15タイプの地盤条件に対してフーチング及びぐい体の設計を行った。設計の結果は、く

表-1 設計の対象とした橋梁の条件

地盤条件	土質構成 3タイプ	液状化層の厚さとして 3.5, 7, 12m
		支持地盤は全て深度30mの砂礫層($N > 50$)
上部構造条件	N値の深度分布 5タイプ	液状化に対する抵抗率 F_L として 0.5, 0.7, 0.9, 1.1, 1.3
下部構造条件	上部工形式 3タイプ	鋼単純桁(スパン30m) 鋼連続桁(3径間連続, スパン3@30=90m) PCポストテンションT桁(スパン30m)
		有効幅員は全て10.5m
設計震度	ぐいの種類 2タイプ	鋼管ぐい($\phi 600$)と場所打ちぐい($\phi 1200$) フーチング下面の深度はGL-3m
設計震度	$k_n = 0.24$ 1タイプ	地域区分 A地域($\nu_1 = 1.0$) 地盤種別 4種($\nu_2 = 1.2$) 重要度 1級($\nu_3 = 1.0$)

いの本数について整理するとともに、基礎の建設に要する直接工事費を建設物価等から仮定した材料費及び工事費を積算することにより求めた。また、地盤の液状化条件を表現する指標としては液状化の程度や範囲ではなく、ぐい基礎の設計において直接必要となる地盤の横方向反力係数 k と、ぐいの突出長 h (耐震設計上の地盤面からフーチング下面までの距離)を用いて整理を行った。

4. 橋梁基礎諸元に与える地盤条件の影響

2.に示した条件に基づいて基礎の設計を行い、直接工事費に与える液状化条件の影響について整理した結果の例が図-2から図-5である。この図の縦軸は、鋼単純

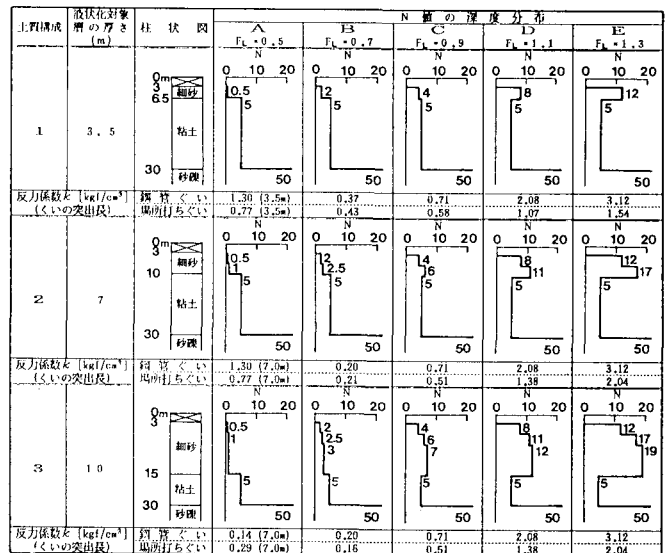


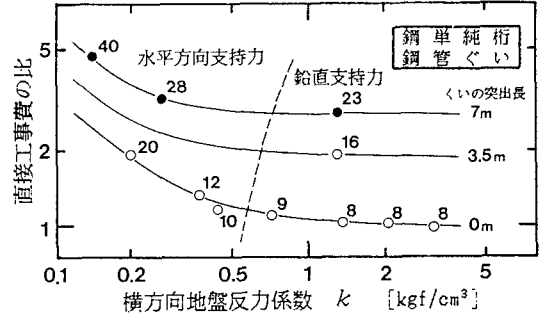
図-1 地盤条件

桁橋において鋼管ぐいを用い十分に k 値が大きい場合を基準として直接工事費の比を表しており、図中のプロットの脇に示した数字はぐいの本数を表している。ぐいの本数は、ほぼ建設費に比例した値となっており、図一5に示した鋼連続桁橋において場所打ちぐいを用いた場合に $k=1.2\text{kgf/cm}^3$ 付近（地盤条件としてはD-1からD-2）で認められる直接工事費の段差は、ぐい本数の段階的な変化と対応している。

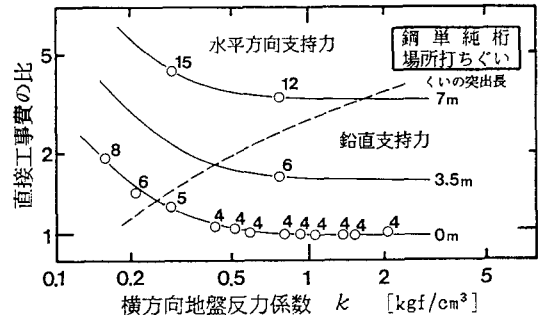
図中に示した破線は、設計の決定要因が変化する境界を表しており、破線の右下側（ k 値が小さく、ぐいの突出長が小さい）の領域では地盤の鉛直支持力が決定要因となり、破線の左上側（ k 値が小さく、ぐいの突出長が大きい）の領域では水平方向支持力が決定要因となっている。地盤の鉛直支持力が決定要因となるような地盤条件の領域では、ぐい本数の変化は小さく地表面近くの地盤条件（ k 値）が基礎の直接工事費に与える影響は小さい。これに対し、水平方向支持力が決定要因となるような地盤条件の領域では鋼管ぐいの場合 k 値の $-1 \sim -0.5$ 乗に、場所打ちぐいの場合 k 値の $-2 \sim -1$ 乗に比例して直接工事費は増加する。特に k 値が小さい地盤では直ぐいのみで十分な水平支持力を得るためには非常に多くのぐい本数を必要とし、図一4に示した鋼連続桁橋において鋼管ぐいを用いた場合には、 k 値が 0.2kgf/cm^3 の地盤（地盤条件としてはB-2）に対して54本のぐいを必要としている。そのため、水平方向の支持力を増加させる目的で斜ぐいを併用すると、図中に示す黒丸のようにぐい本数は25本に減少し、直接工事費を $1/2$ にすることができる。場所打ちぐいの場合には斜ぐいを使用できないため、鋼管ぐいの場合に比べて直接工事費がぐいの突出長の影響を大きく受ける傾向にあり、ぐいの突出長が大きくなると、ぐい本数を増加しても基礎の安定を確保できなくなる場合がある。鋼管ぐいの場合にも沈下の進行が考えられるような地盤においては斜ぐいを用いることができないため直ぐいのみで支持することになり、地盤の液化化条件の違いが大きく直接工事費に影響を与えることが考えられる。

謝辞：本試設計の実施にあたり御協力いただいた土木研究所システム課の村椿氏に感謝の意を表します。

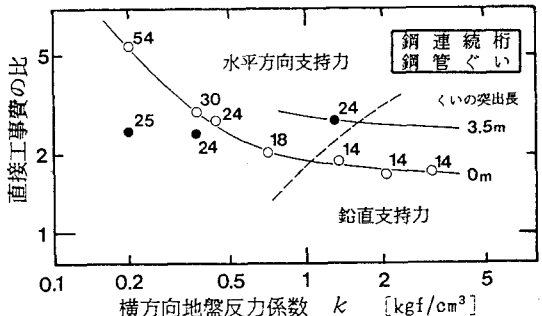
参考文献：1）建設省（1986）：第40回建設省技術研究会 共通部門指定課題 論文集 2）（財）日本道路協会（1980）：道路橋示方書・同解説 Ⅰ共通編，Ⅳ下部構造編，Ⅴ耐震設計編



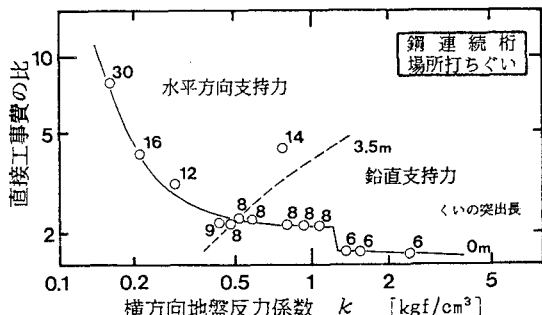
図一2 直接工事費の比（鋼管純桁，鋼管ぐい）



図一3 直接工事費の比（鋼管純桁，場所打ちぐい）



図一4 直接工事費の比（鋼連続桁，鋼管ぐい）



図一5 直接工事費の比（鋼連続桁，場所打ちぐい）