

# 橋りょう基礎の震害と地盤

国鉄技師 小寺重郎

構造物基礎の耐震設計を研究するには、実験室的にまた理論的に個人の実を明らかにしてから漸次複雑な問題にとりくんでゆくの一法であるが、逆に結果論ではあるが実際の地震をうけて基がいかにかに破壊したかまたは抱枕したかをしるべきことも大切である。そこからまた実験室的、理論的な研究テーマが生れてくることにもなる。幸い地震国であるわが国では震害の例を探るのにこと欠かぬ。とくに鉄道橋の被害としては関東地震の震害報告をはじめかなりくわしい資料があり、震害をうけた橋りょうの区画も完備しているものが多く、さらに最近の線増工事、改良工事などで地震をうけた橋りょう地質の地質資料がかなり豊富になってきている。これらの資料をくわしくここに報告することは新面の関係でできないので、それは他の機会(土と基礎に発表の予定)にゆづるとして、ここではこれらの資料を調査してみてもうのつりたいくつかの実をあげることにする。

① 橋脚基の水平変位、傾斜：この種の震害をうけた橋脚には、斜面または河岸にたつていて土の崩壊の影きようをうけたと思われるもの、橋台が地震時土圧の増大により前進してけたを介して橋脚上部を押し込んだと思われるもの、基の不同による沈下の差によって傾斜したと思われるものが多く、現在の設計で考えているような水平地震力によって傾斜もしくは変位したものは比較的少ない。

② 橋台の前進：この種の被害はかなり多くみられ、一般的にみて軟弱な地盤に多い。

③ 橋脚、橋台の沈下：図1、図2にみるようにこの種の被害は、震央に近い相模湾沿岸よりもかえって荒川流域に多く生じている。調査してみるとこれらの震害地質はいずれも軟弱な地盤にある。特殊な場合を除き、死荷重に対する常時の支持力の安全度の低い基きほど地震時に沈下する傾向がみられる。(⑤、⑥参照)

④ 築堤区間の構造物基礎の被害：築堤は地震をうけて容易に崩壊、沈下するので、築堤内にある構造物、たとえば橋台、暗渠はいちぢうしくその影きようをうける。

⑤ 相対的沈下：大きな地震では地盤自体も沈下または隆起するので、あらゆる構造物の絶対変位はさげられなりことになる。しかしながらわれわれの問題とする沈下は構造物がそれを支持する周辺の地盤に対して相対

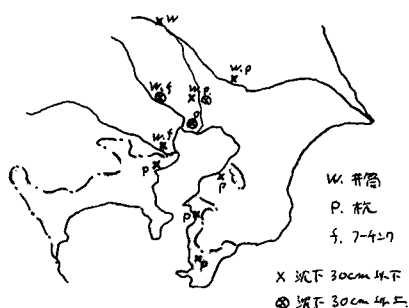


図1. 橋脚の沈下分布図



図2. 橋台の沈下分布図

図の註) 鎖線でかこんだ地域は関東地震で木造家屋被害率10%以上あり、橋脚、橋台のひびわれもこの地域内に多い。

的に沈下するものであり、被害報告で沈下と報告されているものもほとんどこの場合であると考えられる。図3は国府津、早川間の橋台上面の関東地震前後の水準測量の差をよこ軸をマイルードンとして示したものであるが、ほぼ直線状に分布している。この直線は地盤の沈下、隆起の傾向を示すものと考えられ、この直線からいちごしくかけはなれたものが、われわれの問題とする局部的沈下を生じたものと推定される。たとえば図3の

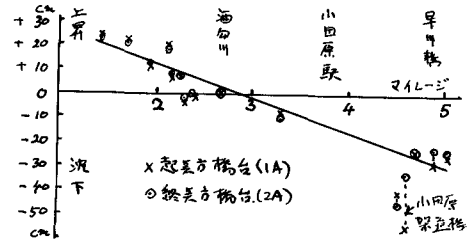


図3. 地震前後の橋台上面の水準差

小田原架道橋1Aは被害報告では30cm沈下とあるが、この値は図3では上記直線に対する沈下量に一致する。なお最近の地震調査によると本橋1Aと2Aとの間で地盤は急変しており、2Aの基を杭は砂利層で支持されているのに対し、1Aの杭は $N < 5$ の腐植土でどまっている。

⑥ 井筒基との支持力、反力比と沈下：井筒、ケーソン基との等時支持力と死荷重との比 $V$ 、と地震時の沈下量との関係を図示すると図4のようになり、 $V$ の小さいものほど沈下の大きい傾向がみられる。吉野川ケーソンの支持力は被害橋建設時の施工記録と応面支持力試験結果から、利根川井筒の支持力はその後の並設工事における同地先のケーソン沈下記録と応面附近の土質試験結果から求めたもので、いずれも壁面摩擦は考えているが $V D_p / L_p$ の項は含んでいない。応面地盤はいずれも砂まじり粘土、粘土まじり砂である。

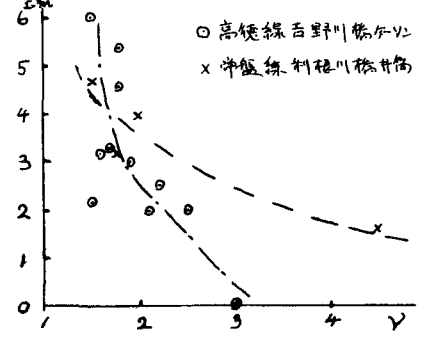


図4 支持力、反力比と沈下量 (井筒、ケーソンの場合)

⑦ 杭基との支持力、反力比と沈下：杭基との被害例から、支持力と死荷重反力との比 $V$ の判定できるものをえらび、 $V$ と沈下量の関係を示すと図5のようになる。いずれもケーソン根入れは2m以下で地盤は厚い粘土層の上に表土、砂質土があり、杭は粘土層に達しているものと思われる。杭の支持力はいずれもその地質で行なった杭の載荷試験から沈下量10~15mmに対する値をとって求めたものである。図の値は同じ地質で沈下した橋造物と沈下しない橋造物とを比較したものである。

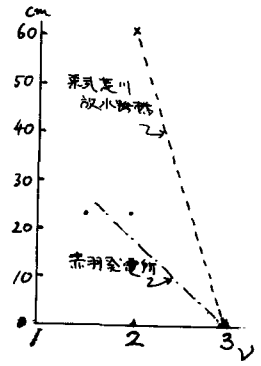


図5.  $V$ と沈下量 (杭の場合)

⑧ 砂層の流動化?：東北線荒川橋の赤羽方橋脚は関東地震で最大1.6mも沈下したが、川口方では沈下量は10.0m程度であった。ケーソンのいる表層はいずれも厚い粘土層上にあり、赤羽方の表層は $N$ 値10~20で比較的均等粒径を純粋な砂が多りのに対し、川口方は $N$ 値8以下の砂まじり粘土または粘土まじり砂である。これは $N$ 値の大きい層の方がかえって沈下の大きかった特異な例であり、砂層の流動化が原因かと思われる。