

I - B247

地震被害橋梁の地盤と振動

（財）鉄道総合技術研究所 フェロー 那須 誠

1. まえがき

地震で沓被害が発生した橋梁において、地盤と列車走行時の橋脚等の振動及び地盤の常時微動を測定し、地盤と被害形態並びに振動の関係等を調べるとともに被害原因の究明を行った。

2. 地震被害状況と地盤構造

列車振動の測定を行った橋梁は、昭和62年11月の山口県北部を中心として発生した地震で沓破損が生じた鉄道橋梁である¹⁾。上部構造は鉄筋コンクリートT型桁、下部構造は直接基礎の壁式橋脚、沓は可動・固定沓とも同一構造の線沓である。図1に示すように、線沓は橋脚2Pで1箇所、3Pで7箇所、計8箇所破損した。橋梁の全体図と地盤の断面図を図2に示す。この図には建設時の他に地震直後のボーリング結果も示されており、その結果から2P~6Pの橋脚が

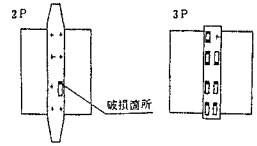


図1 沓破損箇所¹⁾

支持地盤として若干弱い層に建造されていることが明らかにされた¹⁾。この図からこの橋梁は橋軸方向に異種支持地盤状態にあることも分かる。さらに、今回の地盤調査の追加によって、被害を受けた橋脚2Pと3Pの基礎フーチングは、図3に示すように橋軸直角

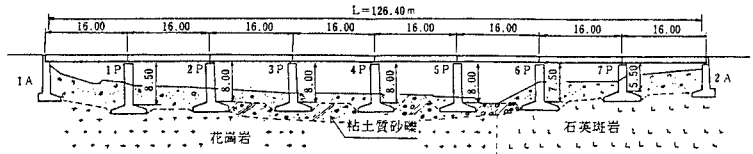


図2 橋梁全体図と地盤断面図¹⁾

方向や橋軸方向に硬い地盤と軟らかい地盤に跨がる状態即ち異種支持地盤状態になっていることを明らかにした。その結果、桁が地震時に上り線側に移動したのは、2Pと3Pでフーチングの下の比較的軟らかい地盤が下り線側で厚くて、橋脚が下り線側に大きく動いたためであり、橋脚3Pの前面の水平亀裂も、この橋脚が地盤構造に対応して橋軸方向にも大きく動いたためであることが推定される。

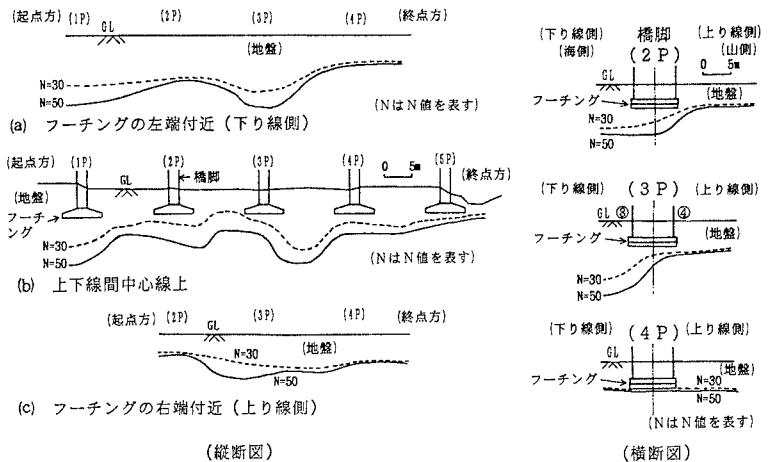


図3 地盤状態 (N値の等高線図)

3. 列車走行に伴う橋脚振動の測定結果

次に、その橋脚天端と地盤表面で列車走行に伴う振動を測定した。その結果、図4に示すように振動は橋脚と地盤でともに上り列車走行時よりも下り列車走行時の方が大きく、しかもそれは列車速度の大小に関係なく生じており、地盤状態に対応することが分かった。

キーワード：橋梁，沓，地震被害，地盤，振動

〒185 東京都国分寺市光町2-8-38 TEL 0425-73-7298 FAX 0425-72-7398

また、橋脚の左右両側の地盤で常時微動測定を行った。図5は3Pのフーチングの左右両端の直上の地表面における常時微動の測定結果であり、左側の地盤③と右側の地盤④における常時微動の上下方向成分のフーリエスペクトル比を示している。5Hz付近に1.0より大きいピーク値が存在しており、この図は図4と同様に相対的に左側(下り線側)の地盤が右側(上り線側)の地盤より軟らかいことを示している。このように常時微動測定でも列車振動測定と同様に地盤の不均質性を調べることができた。

なお、付近の変電所の基盤上の地震記録をみると、地震動は橋軸方向が橋軸直角方向よりも大きい、ここの橋脚は橋軸方向よりも橋軸直角方向に大きく動いており、橋梁が地盤構造に対応して動いたことが分かった。

橋脚頭部において列車走行に伴う橋脚振動(p-p値、変位)を今回(平成4年)測定した。それは地震前(昭和53年)と地震直後(昭和63年)にも測定されており¹⁾、3回分の測定値を図6に示す。この図をみると、上下動には測定時期によって余り変化がみられないが、前後動と左右動の水平動の地震直後の値が最も大きく、地震前と今回の測定値の約2倍の大きさである。また、地震前と今回の測定値はほぼ同じか後の方が前者より若干小さ目である。橋脚振動が地震直後に大きくなった理由の一つとして、地震で地盤が軟らかくなったためと考えられるし、その後振動が小さくなったのは土のチキソトロピー現象(強度増加現象)が時間の経過とともに現れて地盤の強度が回復したためと考えられる。なお、この図においても2Pと3Pの地震直後の測定値は、図4と同様に上り列車よりも下り列車通過時の方が大きい傾向が認められる。

4. あとがき

以上の調査から、杻被害は橋脚が橋軸直角方向と橋軸方向に異種

支持地盤状態にあるため発生したこと、列車走行時の橋脚等の振動と地盤の常時微動、地震動等が地盤構造に対応して発生したこと等が明らかになった。なお、以上の調査、測定に当たってお世話になったJR西日本と日本物理探鉱(株)の関係者に厚く御礼を申し上げます。

参考文献1)大西秀孝・城巧治：震害によるシユ破損，日本鉄道施設協会誌，Vol.26，No.6，pp.26-28，1988.6

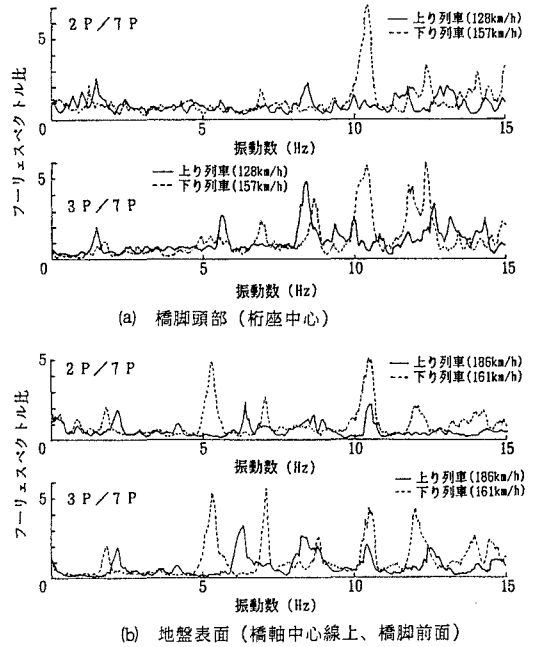


図4 列車走行に伴う橋脚頭部と地盤の振動状態(上下方向成分)

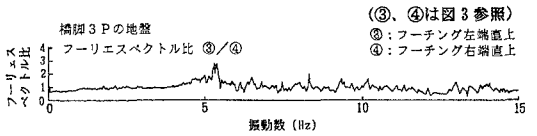


図5 地盤における常時微動測定結果(上下方向成分)

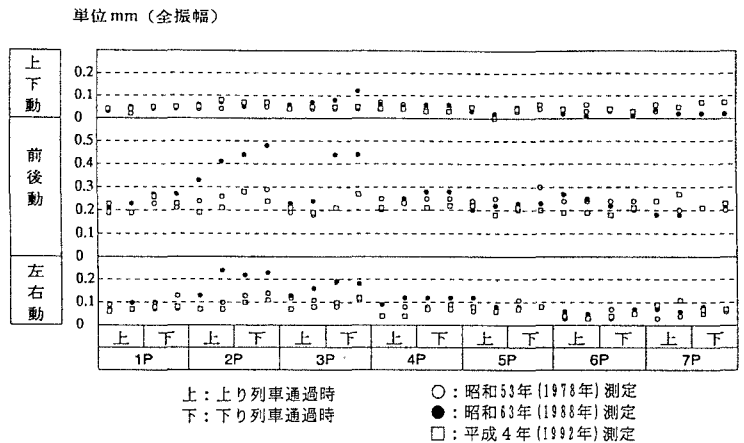


図6 列車走行に伴う橋脚頭部の振動変位(p-p値、杻座中心で測定)