

首都高速道路公団 正員 ○半 野 久 光
 同 上 , 秋 元 泰 輔
 同 上 , 安 孫 子 敏 雄

1. まえがき

首都高速道路葛飾江戸川線は、水戸街道の四ツ木と清岸道路とを結ぶ路線で、そのうち中央部の約7kmが高架橋で荒川と中川との背割堤上に建設される。このため、河川の背割堤上に多くの橋脚が設置され、地震時に橋脚が堤体に悪影響を与えないよう種々の検討を行った。

本報告は、橋脚と堤体との剛性の違いから相対変位が生じ、この変位差が堤体に悪影響を与えるおそれが見込まれるので、この影響を除去する方法として検討した緩衝装置について述べるものである。

2. 構造概要

緩衝装置に望まれる構造は、地震時における堤体（周辺地盤）との相対変位を吸収し、周辺地盤からの土圧に耐え得るものである。相対変位を吸収するには、周辺地盤と橋脚との接触をなくし、両者が地震時に別々の挙動を示し、互いに干渉しなければ、影響を与えないものと考えられる。このことから、緩衝装置は橋脚の外周にある間隔を隔てて覆う構造とし、地盤の変形に追従しやすいフレキシブルな構造が望まれる。しかも、周辺地盤からの土圧に耐え得る構造で、施工の容易なものが望まれる。

以上の条件のもとに検討した結果、図-1に示すような構造を考慮した。

緩衝装置は、橋脚と約10cmの間隔を隔てて設置される（文献-1より、相対変位は5cm程度である）

本体は数ブロックに分割されている。各ブロック間の連結部は、図-2に示すようなゴムをはさんだ構造とし、緩衝装置の本体とはボルトで連結されている。

連結部にゴムを使用した目的は、ヒンジ構造として地震時における振動や変位に追従できるように配慮しただけでなく、緩衝装置の耐久性、復元力を得るためでもある。

連結部のゴムの材質については、天然ゴムと合成ゴムとで比較検討を行った。その結果、すでにPCげたの支承として使用されている実績があり、耐候性についても、連結部が土中に埋設された状態になることから、あまり問題になるとは思われず、品質が安定している天然ゴムを使用することにした。

3. 構造検討

周辺地盤の変形に対する緩衝装置の挙動を把握するために、図-3に示すような骨組モデルで静的解析を行った。モデル化にあたり、橋脚以下の基礎構造物は、地震時の地盤と同一に挙動するものと考え、緩衝装置だけを考慮した部分モデルで検討した。緩衝装置本体は剛体として考慮し、連結部は、回転バネとせん断バネとでモデル化し、表-1に示すようにバネ定数を定めた。また、解析に際しての外力は、地盤からの強制変位を緩衝装置に与えることにした。一般に、地盤の水平変位 $U(x)$ は、地盤の剛性が深さ方向に著しく変化している場合、多重反射理論等から導出する場合が多い。しかし、今回の検討では、基礎天端までの地盤の深さがあまりないことから、地盤の剛性は一様であると仮定し、強制変位を余弦曲線として検討することにした。

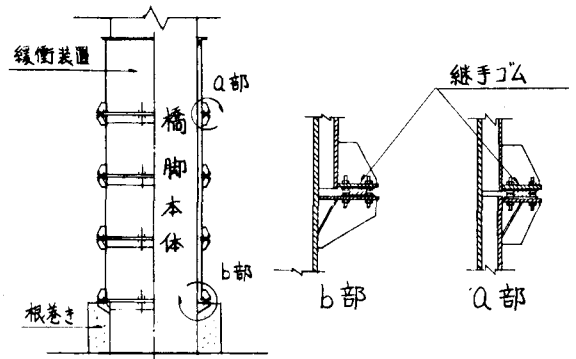


図-1. 緩衝装置

図-2. 連結部

表-1. バネ定数

回転バネ定数 (K_R)	せん断バネ定数 (K_m)
$2.60 / \times 10^4 \text{ t}\cdot\text{m/rad}$	$1/68 \text{ t/m}$

解析の結果は、図-4 からわかるように、連結部のゴムが回転変形と水平変位を吸収し、緩衝装置が地盤の変形によく追従している。このことは、模型による振動実験を行った結果からも確認することができた。以上の結果、地震時における地盤の変形に、緩衝装置の本体はよく追従することから、本体の設計は、常時の静止土圧によって行い、連結部の設計は、図-3 に示す骨組モデルを利用して得られた地震時の曲げモーメントとせん断力とで行うことにした。

緩衝装置の本体の形状は、図-5 に示すように3種類の形状について比較検討を行った。(A案は4辺単純支持板、B案は補剛板、C案はデッキプレートである) なお、設計荷重の土圧は、各ブロック毎に平均土圧を算出し、2方向の等分布荷重として本体に載荷することにした。検討の結果、本体の形状は、次の理由によりA案の4辺単純支持板とすることにした。

- ① B案の補剛板は、構造が複雑になりすぎるおそれがあるうえ、リブの許容曲げ圧縮応力度の確立した算出方法が定ま、ていない。
- ② C案のデッキプレートは、比較的本体の鋼重は少なくなるが、腐食代を考慮すると経済的にならない。

なお、本体の板厚を決定する際に、腐食代として2.5mm(耐用年数を50年とし、1年当りの腐食代を0.5mmと想定)考慮することにした。これは、緩衝装置の設置場所が海水の影響を受けやすく、地下水位も高いことから腐食代を考慮することにした。

緩衝装置の連結部のゴムは、許容圧縮応力度を 10 kg/cm^2 、許容せん断応力度を 3 kg/cm^2 として設計した。一般に、ゴムの許容応力度は、ゴムの形状率(長さ/幅)と許容ひずみ量から決定されることから、今回の場合、ゴムの形状率が2以上、許容ひずみ量を15%として許容応力度を決定した。

また、ゴムの耐用年数は、50年を目標とすることにした。以上の条件を踏まえて設計を行った結果、連結部のゴム厚は40mmとなった。また、ゴムと緩衝装置本体との接合部は、図-2 からわかるように、ゴムに両側から鋼板を圧着して一体となったものを、ボルトで連結する設計としてある。

4. おわりに.

以上述べたように、本体を数ブロックに分割し、連結部にゴムを使用した緩衝装置は、施工性等の問題は残すものの、地震時に橋脚(構造物)と堤体(周辺地盤)との相対変位を有効に吸収し、橋脚が堤体に影響を及ぼすのを防ぐ構造と思われる。なお、今回の検討にあたり、詳細にわたり多大な御協力をいただいた、八千代エンジニアリング(株) 大浦氏、(株)駒井鉄工所 小俣氏に感謝の意を表します。

<文献-1> 「河川内における高架橋の施工に関する調査研究」 (財) 国土開発技術研究センター

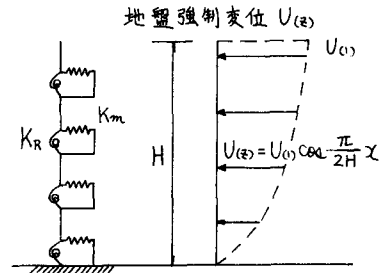


図-3. 骨組モデル

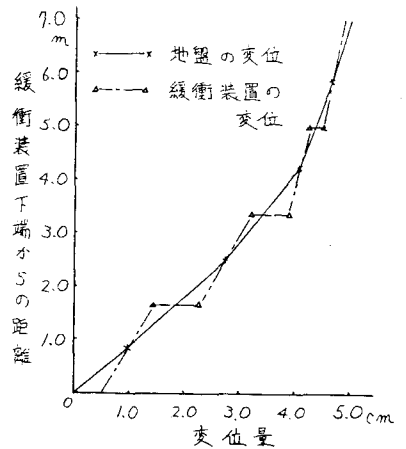


図-4. 解析結果

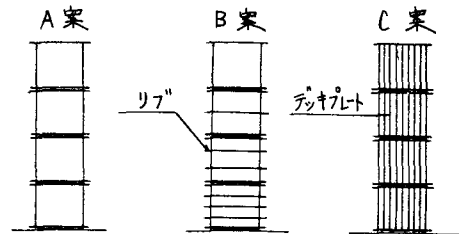


図-5. 比較案