

I - 51

軟弱地盤上における分散支承とダンパーを併用した耐震設計と効果

(株)復建技術コンサルタント 正会員 ○後藤 和彦
 (株)復建技術コンサルタント 正会員 橋田 明良
 (株)復建技術コンサルタント 正会員 青野 光伸

1. はじめに

軟弱地盤上での橋梁における免震支承による免震設計は、長周期化に伴う共振現象の恐れや支承に変形が集中しない恐れがあることから、道路橋示方書では、その適用に慎重な態度がとられている。

本文は、このような橋梁に対して一部を固定方式とし他をゴム支承と制震装置である『ダンパー』を併用した固定方式との混用によって、分散化と免震化を図った設計を行った為、他方式との比較しながらその効果について報告するものである。

2. 対象橋梁の概要

対象橋梁は、JR線を跨ぐ橋長 $L=345\text{m}$ 、有効幅員 10.75m の9径間連続非合成鋼鈑桁の道路橋である。地盤は、図左側は非常に軟弱な（ N 値 $0\sim 2$ 程度）粘性土地盤であり、右側は液状化の判定で土質定数が0と評価される土層が 5m 程浅い部分に堆積している超軟弱なⅢ種地盤であり、支持層は泥岩や砂岩で杭長が 25m から 35m となる地盤である。

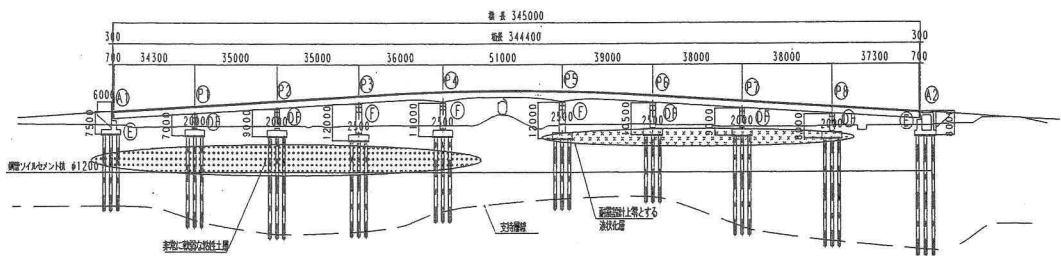


図-2 対象橋梁側面図

3. 制震装置としてのダンパーの採用

本橋では、温度変化の影響が少ない中央の3橋脚に固定支承を設置し、他の橋脚は、ゴム支承と温度変化の影響を受けずに地震荷重の分散と減衰効果のあるシリンダー型のダンパーを設置した。

ダンパーは、一橋脚に2個設置するものとし、比較的大型の 1000KN タイプとした。減衰性や均等分散の効果から言えば全脚にダンパーを設置したいところであるが、装置費が高額になることから、極力少なくしたものである。図-3-3に使用したダンパーの履歴曲線を示す。また、ゴム支承は、後ひずみ調整方式を採用することにより、温度変化による設計ゴム厚の増大や水平剛度の低下を防止している。

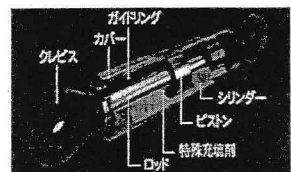


図-3-2 ダンパー概要図

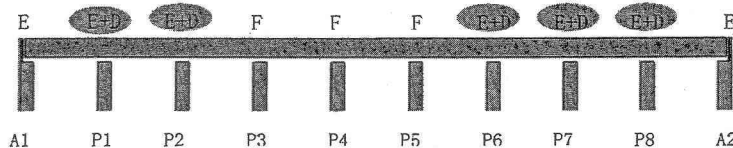


図-3-1 支承形式概要図

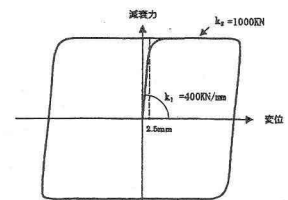


図-3-3 ダンパー履歴曲線

4. 大規模地震時に対するダンパーの効果

全橋脚弾性分散方式や、3脚固定と他を弾性分散にした場合、さらにダンパーを併用するがその減衰性能を無視して固定機能を等価バネとして評価した場合を比較する。

以下に、レベルⅡ地震時における橋脚基部に発生する断面力及び応答加速度、各支承の水平変位に着目した非線型動的解析結果を図表に示す。またダンパーを設置し、その減衰を評価する橋脚は、柱基部を塑性化させないものとした。橋台は、全ケースともゴム支承による弾性固定である。

〔比較支承固定方式〕

- ①全弾性分散支承形式
- ②3脚固定+5脚弾性分散支承形式（以下3FIX-5E）
- ③3脚固定+5脚弾性分散支承形式とダンパーの併用形式（ダンパー減衰無）（以下3FIX-5DMP）
- ④3脚固定+5脚弾性分散支承形式とダンパーの併用形式（ダンパー減衰考慮）（以下3FIX-5DMP-AT）

（1）各方式の最大応答加速度

長周期の①全弾性分散形式は、当然のことながら非常に大きな応答を示す。②3FIX-5Eに比べダンパーを設置した④3FIX-5DMP-AT形式は60%の応答加速度に低減が図られる。減衰性能を無視した場合③は②とほぼ同じであった。

（2）各方式の支承変形量

①全弾性分散形式については端支点で700mm程度生じているのに対し④3FIX-5DMP-AT形式は水平変位が250mm程度に抑えられる。

（3）各方式における橋脚基部最大せん断力

②3FIX-5E形式については固定橋脚に著しい断面集中が生じ他橋脚との加重分担が非常にアンバランスとなる。④3FIX-5DMP-AT形式は、その値が小さくバランスも良い。

（4）各方式の柱基部における塑性化の状況

ダンパーの減衰を考慮した④3FIX-5DMP-AT形式の場合は、ほぼ弾性域に収まっている。これから、ダンパーの減衰を無視した③3FIX-5DMPでは塑性化するが許容回転角以内である。（このように配筋などの断面を設定した。）

5. まとめ

以上のように、分散支承とダンパーの併用形式は、軟弱地盤上の長径間連続橋梁でも、長周期化させずに荷重の分散化やレベルⅡ地震時の応答を小さくできて耐震性の向上が図られる。本橋においては、ダンパーの減衰を無視しても橋脚の塑性化によりレベルⅡ地震時に耐えられる設計を行っているため地盤の不安定性に対しても十分配慮したつもりである。本橋のような固定方式の採用により、軟弱地盤地帯においてもより長径間連続化が可能となり、経済性を追求しながらも耐震性と走行性にすぐれた橋梁を建設できるものとする。

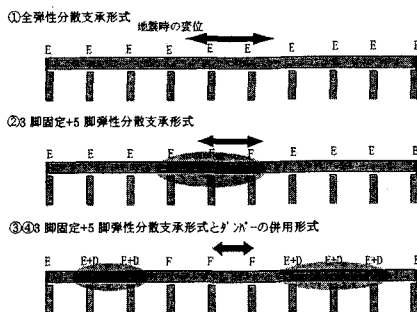
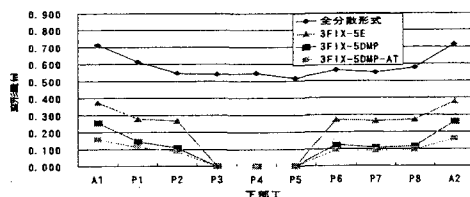


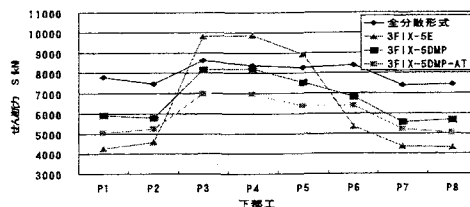
図-4 支承形式比較概要図

支承形式	最大応答加速度 (gal)
①全弾性分散支承形式	1395.3
②3FIX-5E形式	1142.2
③3FIX-5DMP形式	1105.2
④3FIX-5DMP-AT形式	855.0

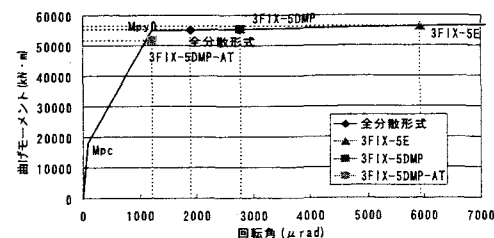
図表-4-(1) 各方式の最大応答加速度



図表-4-(2) 各方式の支承変形量



図表-4-(3) 各方式の柱基部のせん断力



図表-4-(4) 各方式の柱基部のM-θ