

地表断層変位を受ける橋梁の変形モードに関する実験的検討

(財)鉄道総合技術研究所 正会員 室野剛隆, 弥勒綾子
 同上 村上昌彦, 紺野克昭, 棚村史郎
 東急建設(株) 正会員 渡辺泰介

1. はじめに

1999年のトルコ・コジャエリ地震や台湾集集地震は、あらためて地表地震断層による土木構造物の被害の恐ろしさを認識させてくれた。また、1998年の岩手県中北部地震では地表に現れた変位は僅かであったにもかかわらず放水路の被害も報告されている¹⁾。断層変位に対する最も有効な策は、断層を避けて建設することであると思われるが、鉄道などの線状構造物は活断層を完全に避けることは不可能であり、活断層を跨いで建設せざるを得ない場面も想定しなければならないのが現状であろう。このような現状を考えると、断層と構造物の交わる角度による構造物の損傷への影響を検討しておくことは極めて重要である。この関係が定性的・定量的に把握できれば線路線形を多少変更することにより、有利な構造計画を考えることが可能であり、技術的対処法と組み合わせることにより、断層変位に対して有効な方策となるとと思われる。そこで、本研究では、断層と橋梁の交差角度により、橋梁全体がどのような変形モードを示すかを実験的に検討した。

2. 実験概要

(1) 載荷装置： 断層変位を模擬した変位を橋梁に強制的に作用させる装置を開発した(図1)。

装置は、移動板と可動板の2つの台(載荷盤)から構成されており、テーブル寸法は1枚あたり1300×650mmである。移動板はスピードコントロール・モータとスクリージャッキにより水平2方向(左右)に移動可能

である。テーブル部上板はアルミ製として重量の軽減を図った。載荷速度は任意に調節可能であるが、今回の実験では8mm/minと設定した。

(2) 橋梁模型： 載荷盤に橋梁模型を橋梁固定板を介して設置する。橋脚と固定板とはネジで完全固定とする。固定板を介して設置するので任意のspanまで実験可能である。また、固定板の取り付け位置を変化させることにより、任意の角度で橋梁模型を設置できる(図2参照)。今回の実験では、まず基本的な性状を把握することを目的に、橋梁模型は単純桁5径間橋梁とした。桁および橋脚は透明なアクリル製となっており、変形モード(落橋モード)の考察を主としており、橋脚の損傷は対象としていない。また、支承部の構造は図3に示す非常に簡単な構造とした。支承は桁に孔をあけ、ストッパーを差し込んでいる。桁孔の大きさ(遊間)により固定支承と

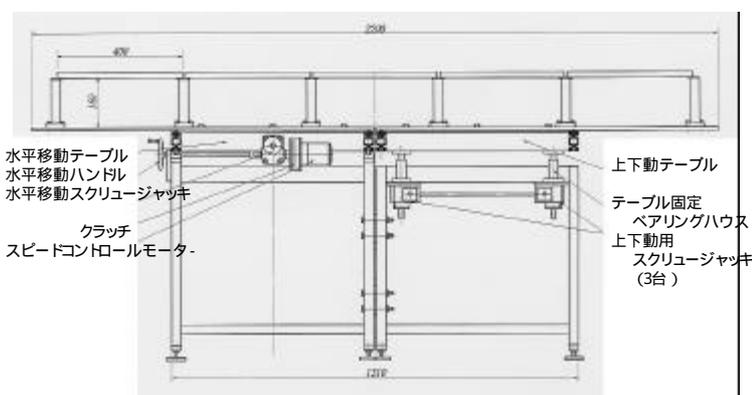


図1 載荷装置(図面)

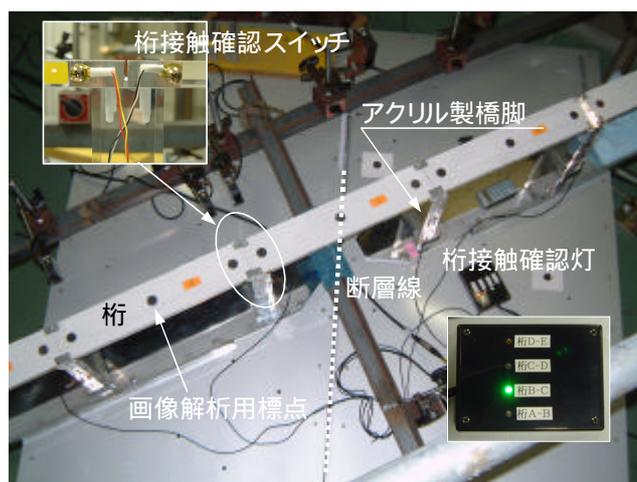


図2 実験風景

Key Words : 地表断層変位, 橋梁, 変形モード, 交差角度

連絡先 : (財)鉄道総合技術研究所(国分寺市光町 2-8-38, 042-573-7262, 042-573-7248)

可動支承をモデル化している。ストッパーは 5mm のゴム製で、ある程度の変形で破断する材質とした。なお、模型寸法は幾何学的には概ね 1/50 程度の縮尺となっている。

(3)実験ケース： 断層と構造物の交わる角度による構造物の損傷・破壊への影響を検討するために、交差角度を 30, 60, 90, 120, 150° の 5 ケースを考えた (図 4)。

3. 橋梁の変形モード

図 5 に 20mm 載荷時の変形モードを示す。90 度以下の交差角度では、断層を跨ぐ橋梁にとっては引張方向の変形が作用するので、桁同士が接触することなく、断層を跨ぐ C 桁のみに被害が集中する (落橋時の載荷台変位は 55mm)。その結果、他のスパンには C 桁の影響が波及していない。また、交差角度が小さいと各桁間の折れ角が小さくなるとともに、圧縮方向の変形が作用しないので、軌道の座屈もしにくく、列車の走行性という観点からは大変有利な構造計画と言える。交差角度 90 度の場合には、桁 C は回転するものの、B 桁と D 桁の軸方向間隔は一定なので非常に落橋しにくい (90mm 載荷でも落橋しない)。ただし、隣接の桁には影響が波及し、桁 D が押し出されるような変形をする。90 度以上の交差角度では、断層を跨ぐスパンにとっては圧縮方向の変形なので、90 度以下の交差角度の場合に比べて、桁 C そのものは、落橋に至りにくい。しかし、断層を跨ぐ桁 C が大きく回転するとともに、桁 B と桁 D の x 方向距離が短縮されるので、即座に隣接する桁 B と桁 D に接触し、桁 B が外側 (x 軸負方向) に押し出され、最終的に落橋に至るのは桁 C ではなく、桁 B であった。また、桁 C の動きは次々に隣接スパンに伝播し、最終的には全スパンが接触して 5 スパン全体に影響が及んでいる。

4. おわりに

地表断層変位を受ける橋梁構造物が、断層を跨ぐ角度によりその被害形態が大きく異なることを明らかにした。耐震設計として、“落橋という大被害の発生の可能性があるが、損傷箇所は局所的である”のと、“落橋という大被害には及ばないが被害箇所が広域にわたる”のとどちらが有利なのかは議論の余地がある。なお、破壊のメカニズムの詳細は、文献 2) に報告されている。

参考文献

1)Konagai, K. *et al*: Report of Damage caused by the Mid-North Iwate Earthquake of September 3, 1998, *Bull. of Earthquake Resistance Structure Research Center, IIS*, 32, pp3-13, 2)弥勒, 室野他: 断層交差角度に着目した橋梁の破壊メカニズム, 第 57 回土木学会年次学術講演会概要集, 2002.

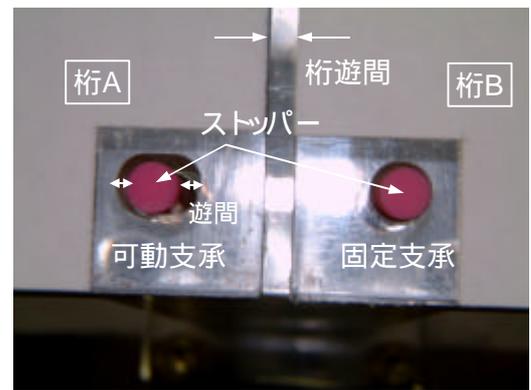


図 3 支承部の模型写真

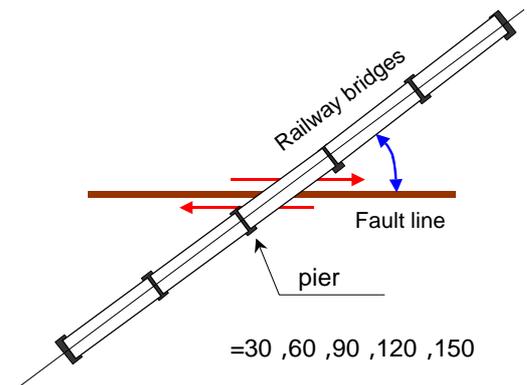


図 4 検討ケース

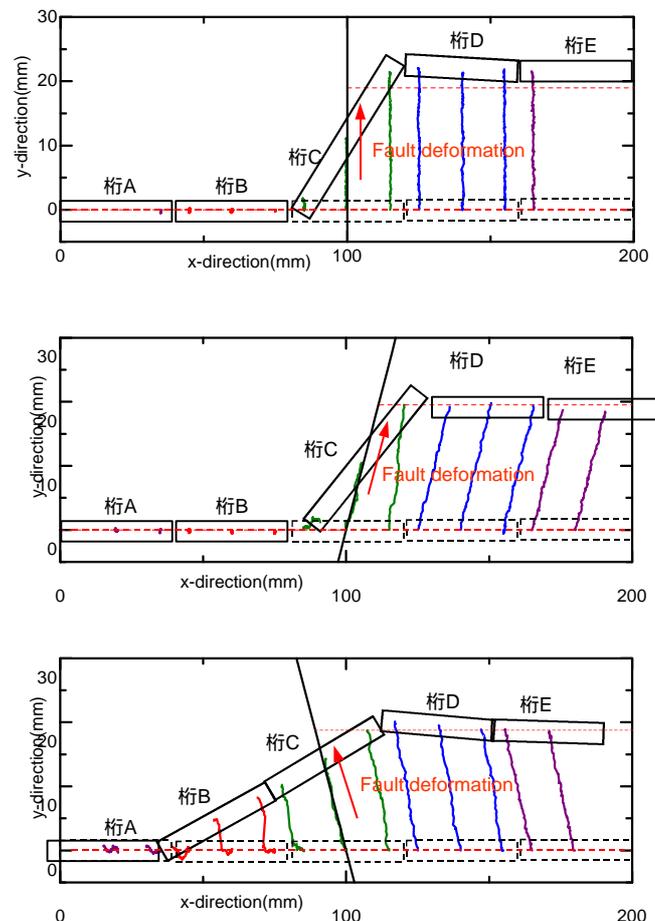


図 5 変形モード図 (上から順に =60, 90, 120°)