

断層交差角度に着目した橋梁の破壊メカニズム

(財) 鉄道総合技術研究所 正会員 ○弥勒綾子, 室野剛隆

同 上

村上昌彦, 紺野克明, 棚村史郎

1. はじめに

トルコ・コジャエリ地震や台湾集集地震(1999)では、強震動による被害に加えて地表地震断層による被害が数多く報告された。長区間に及ぶ線路構造物など、地表地震断層の直上に位置する可能性の高い構造物にとっては、甚大な被害を被る可能性が非常に高く、こうした地表地震断層による破壊メカニズムを明らかにし、耐震設計に考慮することが性急に求められている。

筆者らは、地表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に注目し¹⁾、水平载荷盤を用いて模型実験を行った。本論文では、地表地震断層との交差角度が地表構造物の破壊メカニズムに与える影響について検討する。

2. 実験概要

(1) 载荷装置および橋梁模型： 载荷装置は、**図1**に示すような移動板と固定板の2つの台から構成されており模型の寸法は概ね 1/50 程度である。移動板は水平2方向（左右）に移動可能である。橋梁模型は単純桁5径間橋梁とした。詳細は文献1)を参照されたい。また、支承部は固定支承と可動支承をモデル化している。支承部の構造は**図2**に示す単純な構造と

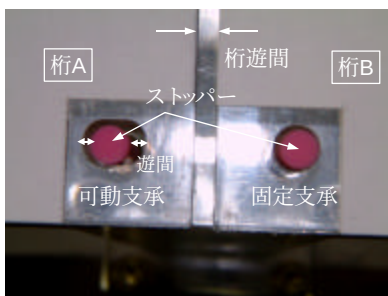


図2 支承部拡大図

図1 模型実験全景

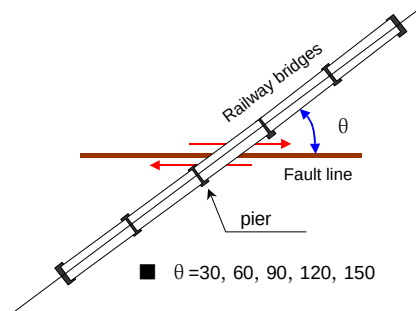


図3 実験ケース

した。ストッパーはφ5mmのゴム製で、ある程度の変形で破断する材質とした。

(2) 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° とした5ケースを考えた(**図3**)が、紙面の都合上、60, 90, 120°の結果のみについて示す。

(3) 計測方法： 载荷盤に、2mm ずつ小刻みに静的な変位を与え、各時点での支承部の損傷状況、桁の接触状況などをする。支承部は各桁につき、固定側・可動側各2個ずつ計20箇所あり、ひび割れ、破断などの損傷度を記録した。

3. 破壊メカニズムの検討

図4に10mm, 20mm および60mm 载荷時の支承部の破壊モードを示す。ただし、交差角度60, 120°のケースでは、60mm 载荷前に桁が落橋したため、落橋時の損傷度とする。図内の支承部に記した記号は、段階载荷した際の支承部の損傷度合を示し、△はひび割れを、▲は完全に破断した状況を示す。支承部には、各ケースで支承部が破断した順番を①から順に振った。

図5には落橋時の変形モードを示し、下覧に桁同士が接触したときの载荷盤の変位を示す。図中で、塗りつぶした桁は落橋箇所を表す。なお、桁同士の接触は、桁間に電極を設置し、配線したLEDの点灯により接触を確認した¹⁾。

図4の10mm, 20mm 载荷時における破壊モードをみると、交差角度90°の場合、60, 120°に比べて支承部における損傷の出現が遅いことがわかる。又、60°ではC桁のみに損傷が集中しているのに対し、交差角度が大きくなるにつれて被害範囲が広がり、120°ではほぼ全桁の支承が損傷している。

Key Words：地表断層変位，橋梁，交差角度，落橋

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)

		交差角度		
		60°	90°	120°
水平変位と支承部の損傷度	10mm			
	20mm			
	60mm 又は 落橋時			

図4 支承部の破壊モード

—：損傷なし

▲：損傷度高（破断）

△：損傷度低（ひび割れ）

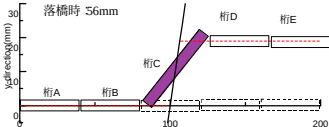
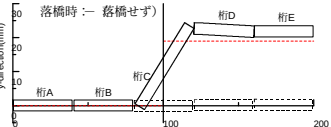
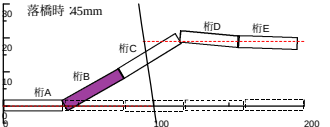
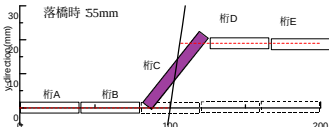
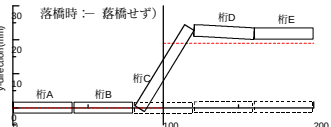
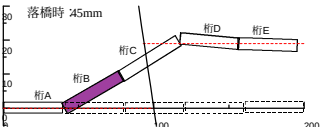
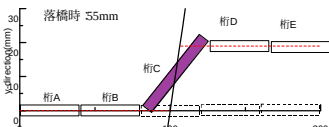
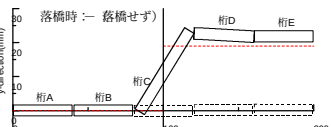
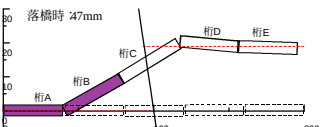
		交差角度					
		60 °		90 °		120 °	
実験回数	1 回目						
	2 回目						
	3 回目						
桁同士の 接触 (載荷盤の 変位量)		桁 A-B	— (接触せず)	桁 A-B	51 mm	桁 A-B	10 mm
		桁 B-C	— (接触せず)	桁 B-C	18 mm	桁 B-C	4 mm
		桁 C-D	— (接触せず)	桁 C-D	22 mm	桁 C-D	5 mm
		桁 D-E	— (接触せず)	桁 D-E	49 mm	桁 D-E	11 mm

図5 桁の接触と落橋時の変形モード

■：載荷中に落橋した桁

図5では、交差角度60°ではC桁、120°ではD桁（内1回は同時にE桁）が落橋し、90°では100mmまで載荷しても落橋に至らなかった。また、交差角度60°では桁同士が接触することなく、90、120°では上記の変位時に隣接の桁同士が接触した。

交差角度が90°以下の場合、断層を跨ぐ橋梁には引張方向の変形が作用するが、被害が断層直上の桁に集中する。落橋以前に桁同士が接触することなく、隣接桁への影響は最も少ない。交差角度が90°の場合は、直上の桁の回転により、隣接桁へ変形が伝播する。しかし、B桁-D桁間距離は水平方向に一定で、桁かかりが最も有効となり、落橋に至りにくい。交差角度120°の場合は、圧縮方向の変形が作用し、桁同士の接触により橋軸方向に伝播することで横にはらみ出すような挙動となる。桁同士の接触、落橋が最も早く、隣接のD桁、E桁に被害が及んだ。

このような、交差角度が大きくなるにつれて広範囲に被害が拡大する傾向は、支承部の破壊モードにおいてみられた傾向とも矛盾せず、万が一こうした被害が生じた場合には地震後の補修がかなり困難となることが予想される。

5. おわりに

実験は数回繰り返したが、桁の挙動には再現性があり、断層を跨ぐ角度により橋梁の破壊メカニズムが大きく異なることが明らかになった。今後は橋脚の配置形態、支承部の材質などを変えて実験を行い、メカニズムを解明するとともに、地表断層変位への有効な対策を施す足がかりにしたいと考える。

参考文献 1)室野、弥勒他：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、第57回土木学会年次学術講演会概要集（投稿中）、2002。