落橋防止構造に関する主桁連結部に着目した荷重載荷実験

A loading test of bridge restrainer system focused on joint part of main girder.

寒地土木研究所 寒地土木研究所 ゴム支承協会

1. はじめに

近年,1995年に発生した兵庫県南部沖地震を契機として,橋梁の耐震性能の向上が求められることとなり, 国道における既設橋の耐震補強を国土交通省が主体となり実施してきた.

その政策の1つとして、兵庫県南部沖地震と同程度の 地震動に対しても落橋などの甚大な被害を防ぐ目的で、 緊急輸送道路を対象とした耐震補強3ヵ年プログラムが 実施されてきた.この政策は、作業時間や施工条件の制 約が大きく、膨大な費用を要する耐震補強を限定的な部 位・機能に着目し、短期間で集中的に行なったものであ る.この耐震補強の中で橋梁に設置された落橋防止構造 は、構造・取付形式など様々な種類のものが設置されて おり、その主構造に関しては、橋防止構造の一部の製品 に関する耐荷力の実験¹⁾や鋼桁ウエブ取付部や連結板 の耐荷力実験^{2),3)}により耐荷力が確認されている.しか しながら、コンクリート桁と落橋防止構造を接続する本 体定着部に着目した研究報告がないのが現状である.

このような背景から、本研究ではコンクリート桁と落 橋防止装置を接続する、定着部の既設桁の鉄筋や材料な どについて要求性能を満たしているか検証するために、 荷重載荷実験を実施したので、その実験結果について報 告するものとする.

2. 実験概要

2.1 試験体概要

図-2.1 には、試験体の形状および配筋状況を示して いる. 試験体は、既設橋の支間 25~30m 程度に採用実績 の多いポストテンション方式 PC T 桁を対象とした. 形 状および配筋を参考としたのは、昭和 53 年(1978 年) 道路橋示方書を適用した「建設省制定 土木構造物標準 設計第 13 巻ーポストテンション方式 PC 単純 T げた橋-S54」の「04-PCT-1163, 04-PCT-081」⁴⁾ である.

試験体は,落橋防止構造の設置位置を考慮し,桁端部より5mの長さの実物大の主桁を用いた.

図-2.2 には、本実験で試験体と定着させた落橋防止 構造の概要図を示している. 落橋防止構造は主桁のウェ ブから下フランジを覆う鋼製ブラケットとし、アンカー ボルトおよびブラケット内側に設置したリブにより、地 震力に対して抵抗する構造とした. 上部構造と下部構造 の連結は、水平載荷時に桁が過度な移動を制御するため に、下部工とを PC 鋼棒で連結した.

- 正 員〇吉田 英二 (Eiji Yoshida) 正 員 三田村 浩 (Hiroshi Mitamura)
- 正 員 今井 隆 (Takashi Imai)



図-2.1 試験体形状図



図-2.2 落橋防止構造概要図

2.2 落橋防止構造の定着方法

図-2.3 には,鋼製ブラケットの施工手順を示している. 試験体への落橋防止構造の設置は,既設橋への後施工と 同一の工法となるように考慮し,主桁製作後に鋼製ブラ ケットの取付を実施した.

定着材料は、従来は無収縮モルタルなどを用いていた が、本実験では、曲げ、引張りに対して耐力が期待でき る繊維(ビニロン 0.5%)入りコンクリート⁵⁾を用いた.

平成21年度 土木学会北海道支部 論文報告集 第66号



2.3 実験装置および実験方法

図-2.4,写真-2.1には、実験装置および実験状況を示している.実験は、油圧ジャッキで載荷梁支点部に鉛直荷重を作用させた状態で、油圧アクチュエーターにより水平荷重を載荷梁重心位置に作用させる.鉛直荷重は,支間 30mの5 主桁を想定した死荷重反力とし、水平載荷荷重は道路橋示方書・V耐震設計編⁶⁰式 16.3.1に規定する死荷重反力(表-2.1)の 1.5倍(750kN=500kN×1.5倍)を最大値とした.



図-2.4 実験装置全体図



写真-2.1 実験状況

表-2.1	死荷重反力

反力(5主桁)		単位:kN		
	橋台	1主桁分	試験条件	
死荷重	2343	469	500	

3. 実験結果

3.1 損傷状況

写真-3.1~2,図-3.1には、損傷状況および損傷箇所を示している.ひび割れの発生は、水平荷重が 500kN までは観測されず、750kN まで載荷した状態で鋼製ブラケット周辺に微細なひび割れが観測された.また、支間中央側の桁下と鋼製ブラケット下面に隙間が観測された.





写真-3.1 ひび割れ状況

写真-3.2 主桁下面



図-3.1 損傷個所図

3.2 荷重-変位関係

荷重 - 変位関係は,最終荷重時に最も大きい箇所で, 鉛直方向が 1.5mm,水平方向が 11.5mm の結果であった.

鉛直変位は,落橋防止装置の桁端部側より支間中央の 方が大きく,ひび割れ破壊状況で隙間が確認された付近 の変位が 1.5mm であった.

水平方向の変位が鉛直方向に比べ大きい原因は、下部 エ(架台)の変位が 1mm 以下の小さい観測値であった ことから、下部工と上部構造を連結した PC 鋼棒の伸び によるものが大きいと考えられる(主桁端部と落橋防止 位置での水平変位が同値に近い).

また,荷重増加に伴う変位状況(図-3.2 鉛直方向上 向きが正,図 3.3 水平方向支間中央が正)は,概ね比 例傾向にあるが,460kN付近で主桁とブラケットの付 着が剥がれたと考えられる変位の変動が観測された (500kN時点での目視による損傷確認は出来なかった).

3.3 荷重 - ひずみ関係

図 3.4 には、荷重 - ひずみ関係の観測位置を示してい る. 主桁鉄筋の荷重 - ひずみ関係は、概ね 100µ以下の 小さな観測値であったが、部分的に支間中央側のブラケ ットのリブ付近で、鉛直、水平方向とも大きな値(鉛直 725µ、水平 600µ)が観測された.ただし、いずれも 鉄筋の降伏ひずみ以下(1700µ程度)の値であり、主構 造に大きな影響を与えているとは考えにくい.また、荷 重の増加に伴い、ひずみは増加傾向にあるが、変位と同

平成21年度 土木学会北海道支部 論文報告集 第66号



図-3.2 荷重 - 変位関係(鉛直:落橋防止下側)



図-3.3 荷重-変位関係(水平:落橋防止側面)

様に 460kN 付近で変動が観測された. 特に, ひずみが 大きく観測された箇所は, 結果が顕著に現れている(図 -3.5 鉛直方向, 図-3.6 水平方向).

4. まとめ

本実験では、桁本体に対して鉄筋のひずみが部分的に 大きい箇所があったが、桁そのものにクラックの発生が なく、桁とブラケットの微細な剥離発生後においても問 題となるような現象が生じなかった.このことから、繊 維入りコンクリートを用いた鋼製ブラケット構造は、落 橋防止装置の耐力を十分発揮できると考えられる.

ただし、以下の件について確認する必要性がある. ①これまで施工されている落橋防止構造について、本実 験と同等の耐力であることの検証.

②無収縮モルタルを用いた場合の耐力の検証(一般的に 補修材料として無収縮モルタルが用いられているため使 用の可否を判断する).

また、本構造の採用にあたり以下の改善の実施が望ま しいと考えられる.

①繊維入りコンクリートの流動性を考慮し、充填方法、 間隙の拡大、部材形状の修正により施工性の改善を図る。
②施工性は若干劣ることとなるが、落橋防止装置のベースプレートと主桁側面カバーの接続は高力ボルト(摩擦接合)により確実に接触面全体に応力が伝達するような構造にする。(普通ボルトだと挙動により少数のボルトに負荷がかかる恐れがある)。

今後は、今回の実験結果を基にした FEM 解析を実施 し、本構造での適用範囲について検討予定である.





図-3.6 荷重 - ひずみ関係(水平:軸方向鉄筋)

参考文献

 (財) 土木研究センター: 落橋防止構造設計ガイド ライン, 平成17年(2005)7月.

2) 田嶋,半野,久保田ら:落橋防止装置のウェブ取付 部の終局強度実験,土木学会年次講演概要集第1部 (B),Vol:53,1998.

3) 野坂,安達,伊藤ら:斜め引張力を受ける落橋防止 装置ブラケット付近の挙動に関する実験的検討,土木学 会地震工学論文集 Vol:29,2007 年.

4)建設省制定:土木構造物標準設計第13巻-ポストテ ンション方式 PC 単純 T げた橋-S54「04-PCT-1163,04-PCT-081」.

5)田神,岸,三上ら: PVA 短繊維の架橋効果による RC 梁のせん断耐力向上効果,コンクリート工学年次論 文集, Vol 27, No.1, 2005.

6)日本道路協会:道路橋示方書・同解説V耐震設計編,平成14年(2002).