

## 鋼箱桁と RC 柱の剛結部に用いるアンカービーム定着構造の正負交番漸増繰返し載荷試験

鉄道・運輸機構 正 会 員 藤原良憲 北海道大学大学院 フェロー会員 林川俊郎  
 鉄道・運輸機構 正 会 員 横山秀喜 パシフィックコンサルタンツ 正 会 員 八巻康博  
 鉄道・運輸機構 正 会 員 杉浦忠治 川田工業株式会社 正 会 員 〇水野 浩

## 1. 研究目的

近年、中間支座位部構造の合理化、耐震性の向上を目的として、鋼上部工と RC 橋脚を剛に結合した、上下部一体剛結構造の研究が盛んに行われ、多くの橋梁が建設されてきている。上下部一体構造は、支承構造に比べ、耐震性の向上、中間支座位部の支承不要の経済効果など多くの利点を有する。一方、上下部一体構造は鋼桁とコンクリート脚が中間支座位部で剛結された複合構造であり、桁と脚が結合される部分の応力伝達機構や大規模地震時の終局挙動など、十分に検討、解明し、実橋に反映していくことが重要である。

本研究では、図-1 に示すような、スパン 100m 程度と比較的長支間を有する複線箱桁鉄道橋に用いるアンカービーム定着構造について、大規模地震時を想定した正負交番漸増繰返し載荷試験を行い、この種の定着構造を設計する上で有益な結果が得られたためここに報告する。

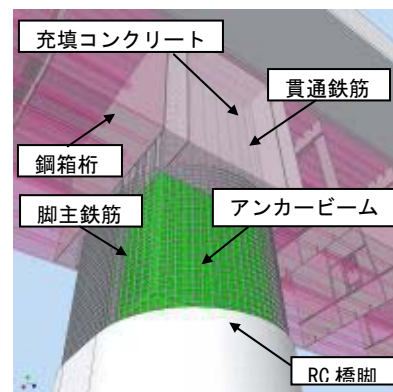


図-1 アンカービーム定着構造の概要

## 2. 試験体及び試験方法

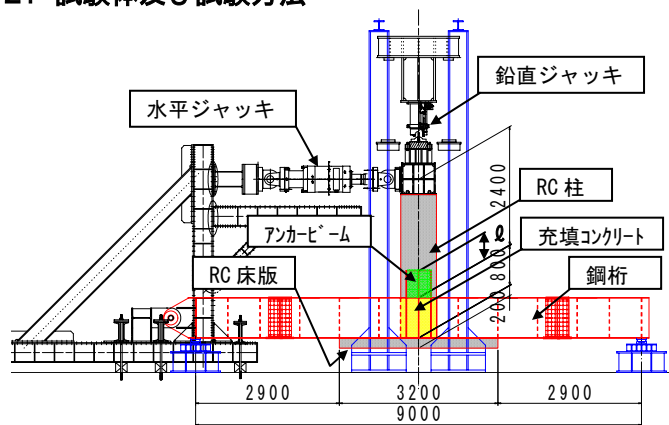


図-2 載荷試験概要

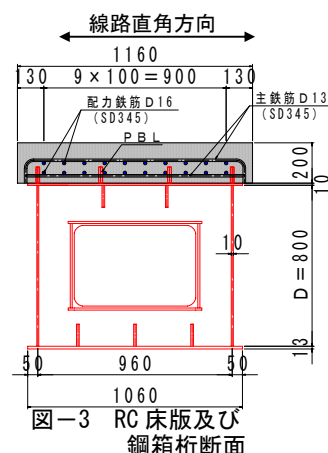


図-3 RC 床版及び鋼箱桁断面

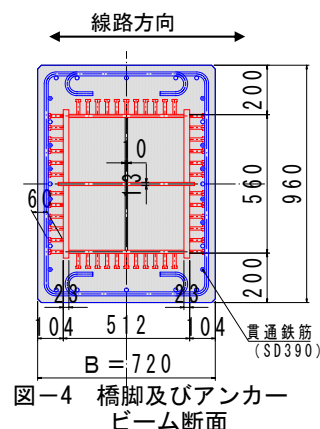


図-4 橋脚及びアンカービーム断面

表-1 供試体種類

| 概要図   |  |
|-------|--|
| モデル 1 |  |
| モデル 2 |  |
| モデル 3 |  |

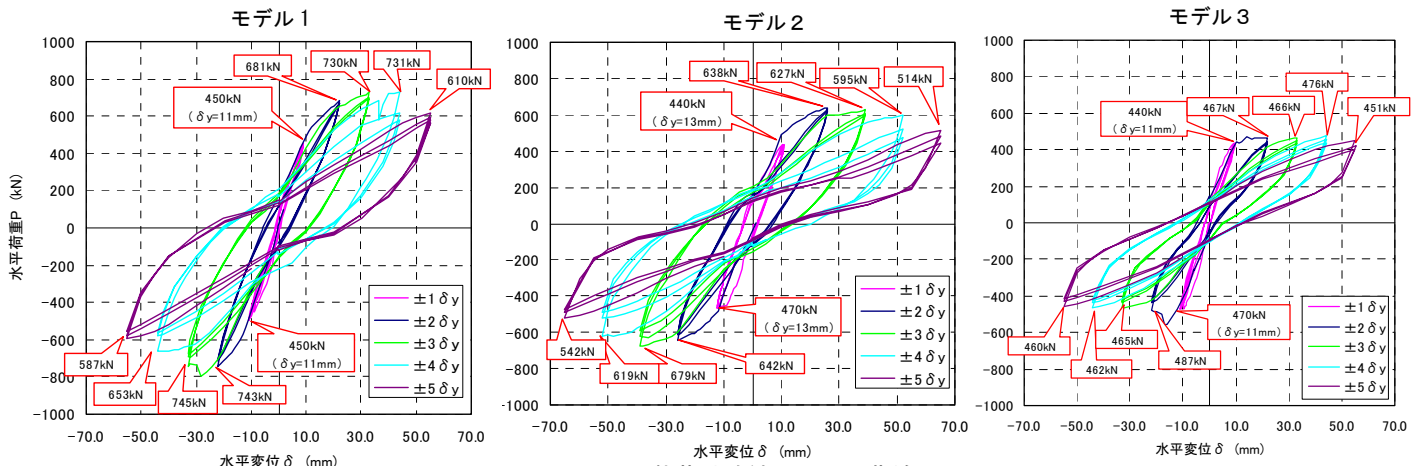
載荷試験の概要について図-2 に示す。供試体の縮尺率は、試験装置の能力など勘案し実橋の約 1/6 としている。大規模地震時の軸圧縮応力に相当する鉛直力 ( $P=1000\text{kN}$ ) を載荷した後、水平方向に設置した載荷試験機により水平力の載荷を行う。アンカービーム先端付近の鉄筋が降伏応力に達した時の水平力を  $P_y$ 、また脚天端変位量を  $\delta_y$  とし、変位量  $\delta_y$  の 2 倍、3 倍・・・となるように水平力を漸増繰返して載荷を行う。

供試体の断面寸法を図-3、4 に示す。床版コンクリートには鉄道橋の中間支座位部で標準となっている SFRC (鋼繊維コンクリート;  $\sigma_{ck}=30\text{N/mm}^2$ ) を、また橋脚コンクリートには  $\sigma_{ck}=27\text{N/mm}^2$  の普通コンクリートを使用している。鋼箱桁内に充填するコンクリートには、地震時の慣性力を軽減する目的から  $\sigma_{ck}=27\text{N/mm}^2$  の軽量骨材コンクリートを使用している。

供試体種類について表-1 に示す。本実験に先立ち行った、実橋モデルの弾塑性 FEM 解析の結果<sup>1)</sup>から、アンカービーム長、貫通鉄筋の有無について着目

キーワード 上下部一体、複合橋梁、アンカービーム、大規模地震、正負交番漸増繰返し載荷試験

連絡先 〒550-0014 大阪市西区北堀江 1-22-19 (シルバービル) TEL 06-6532-4891

図-5 載荷試験結果 (P- $\delta$  曲線)

することとした。モデル3では施工性を考慮し鉄筋の貫通を無くして  
 箱桁内に定着しない構造としている。

### 3. 載荷試験結果及び考察

大規模地震時を想定した正負交番漸増繰返し載荷試験の結果 (P- $\delta$  曲線) を図-5 に示す。1 $\delta_y$  時の水平荷重については、各モデル概ね変わらない値を示した。この値はアンカービーム先端部にて RC 断面計算を行い算出した、引張鉄筋が降伏するときの水平荷重値と良く一致していた。また水平荷重の最大値について、モデル1がモデル2の1.1倍、モデル3の1.5倍程度となっており、アンカービームの長さ、及び貫通鉄筋の有無が耐荷力に影響を与えたものと考えられる。

P- $\delta$  曲線の特性について、モデル1及びモデル2では、1 $\delta_y$ 以降3 $\delta_y$ まで水平荷重が増加しており4 $\delta_y$ で減少している。これは鉄筋コンクリート部材の材料非線形性を模式化したトリリニアモデルに類似した傾向を示しているといえる。一方モデル3では、1 $\delta_y$ 以降水平荷重値がほとんど一定となっている。これは鋼部材の材料非線形性を模式化したバイリニアモデルに類似した性状を示しており、ひび割れた後の耐荷力の増加がほとんど無いといえる。

最終破壊性状について、モデル1～モデル3を比較し写真-1に示す。アンカービーム長が短いモデル2では、コンクリートの破壊が鋼桁下フランジまで達しているのに対して、モデル1およびモデル3では鋼桁下フランジ近傍において健全な部分が残っている。鋼桁に損傷を及ぼさないという観点からアンカービーム長さは、0.75B相当とするのが妥当であると考えられる。モデル3では、アンカービーム先端位置から100mm～200mm程度の比較的狭い範囲のコンクリートが剥落した。モデル1～モデル3において、床版コンクリートにはひび割れの集中などの異常は見られなかった。また、最も大きな水平荷重を受けたモデル1を切断し確認した結果、軽量骨材コンクリートを使用した充填部内部においてひび割れは見られなかった。

### 4. まとめ

本研究では、アンカービーム定着構造について縮小モデルにより正負交番漸増繰返し載荷試験を行い、大規模地震時の耐荷性能、アンカービーム長さや貫通鉄筋の有無の影響について検討を行った。その結果、アンカービーム部の耐荷性能には、アンカービーム長、貫通鉄筋の定着が影響していることが確認され、アンカービーム長さは橋脚幅Bの0.75倍程度を確保するのが良いことが確認された。貫通鉄筋の省略について、塑性ヒンジとなる範囲が狭く、大規模地震時の損傷を受けた後の補修が容易となる可能性がある。また、貫通鉄筋有りの他モデルと同程度の靱性を有していることなどから構造的な問題は少ないものと考えられる。ただし、最終破壊時に局部的に押し曲げられるように発生した鉄筋の破断などから、その採用にあたっては、帯鉄筋の鉄筋量の決定方法などを慎重に検討し判断する必要があると考えられる。

### 参考文献

- 1) 藤原, 保坂, 林川, 八巻, 水野: 鋼箱桁とRC柱の剛結部に用いるアンカービーム定着構造の耐荷性能に関する解析的研究, 構造工学論文集, Vol. 54A 2008年3月。



写真-1 最終破壊性状の比較