

都市内におけるコンクリート高架橋の耐震性向上工事の設計・施工報告

(株)ピーエス三菱 正会員 ○渡邊 秀知
 (株)ピーエス三菱 正会員 松岡 泉
 首都高速道路(株) 田中 大介
 首都高速道路(株) 富樫 純

1. はじめに

首都高速道路高速2号目黒線は供用開始から40年以上経過しており、既設支承は経年劣化などにより建設当初の性能を発揮しにくい状況になっていることから、取替えが求められている。さらに、旧基準により設計がなされ、現行基準を十分に満たしていない箇所について耐震性能の向上が求められている。本工事では、高速2号目黒線の耐震性向上を目的として、支承取替えおよび落橋防止システムを施工した。しかし、本工事区間は都市内を走る高架橋という特徴上、狭小なヤードでの施工が不可避である。本報告では、交通規制時間に制限を必要とする施工ヤードへの対応や本工事で採用したアンカーボルト定着を伴わない変位制限構造(以下、非アンカー式変位制限装置と称する)の設計・施工について報告する。

表-1 工事概要

発注者	首都高速道路(株)
工事名	(改)支承・連結装置耐震性向上工事1-101
工事内容	支承取替え工 282基 変位制限装置設置工 46橋脚 桁連結装置設置工 156箇所 落橋防止装置設置工 16基 コンクリート塗装工 6,000㎡
路線名	首都高速道路高速2号目黒線
構造概要	上部工構造 3径間連続PC箱桁橋 11連 2径間連続PC箱桁橋 1連 他 単純PCT桁橋 16橋 下部構造 RC橋脚(杭基礎)
供用開始	1967(昭和42)年 全線開通

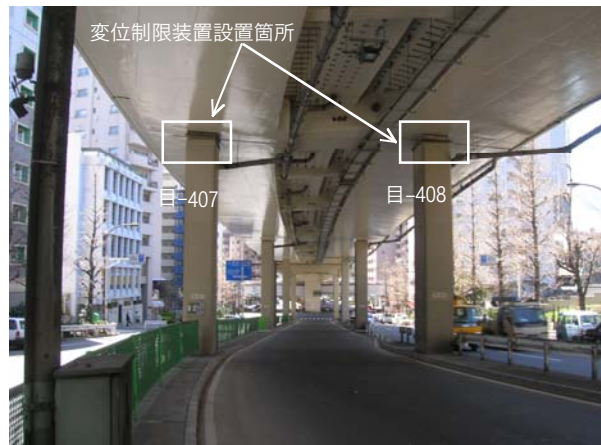


写真-1 施工区間
(受け台兼用変位制限装置施工区間)

2. 工事概要

本工事の主な内容は、表-1に示す通りである。

目-377橋脚～目-414橋脚の連続PC箱桁橋区間の鋼製BP-A支承は、タイプAゴム支承への取替えを行った(写真-1)。この施工における設計ジャッキアップ荷重は、1支承あたり4000kNである。

また、目-372橋脚～目-376橋脚、目-426橋脚～目-446橋脚の連続PC箱桁橋区間は、支承取替えは行わずに非アンカー式変位制限装置を設置した(写真-2)。

そのほかに本報告では触れないが、単純PCT桁の連続化や上部工連結方式の落橋防止装置の施工などを行った。

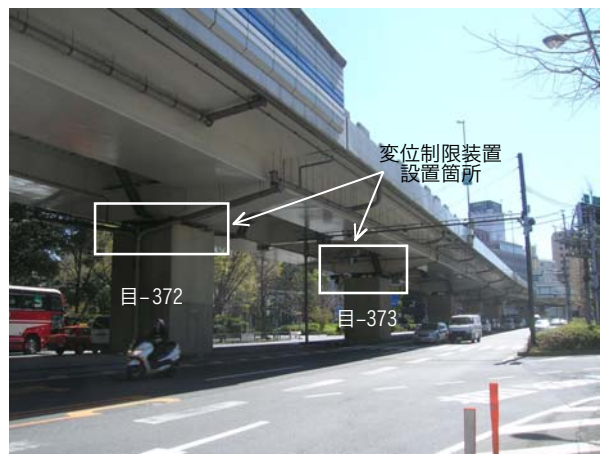


写真-2 施工区間
(非アンカー式変位制限装置施工区間)

3. 変位制限装置を利用した支承取替え工

3. 1 ジャッキアップ施工の課題と対応

既設支承を取り替える際に主桁をジャッキアップする必要があるが、本工事では関係機関との協議により並走する高架下道路上に常設規制帯を設置することができず、ペントによるジャッキアップ受け台の設置ができないという課題が生じた(図-1)。

そこで、本工事で支承取替えとあわせて施工する一部の変位制限装置の鋼製ブラケットは、ジャッキアップ受け台を兼用する構造とした。

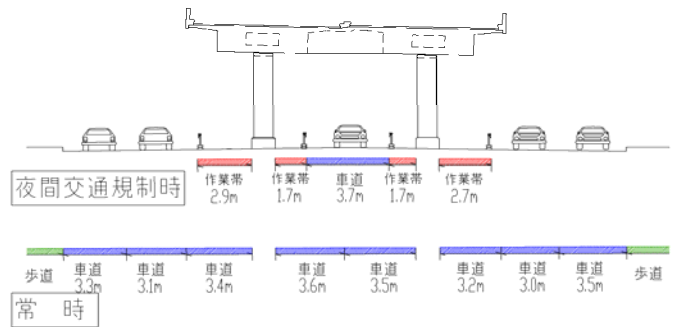


図-1 交通規制断面図

3. 2 変位制限装置を利用したジャッキアップの施工

変位制限装置ブラケット(受け台兼用ブラケット)にジャッキアップ受け台用の仮設ブラケットを高力ボルトにより添接し、この仮設ブラケットでジャッキアップに必要な反力を支持する構造とした。この形式を採用することにより、高架下道路の交通規制は、ブラケット架設時の夜間のみとなり交通規制時間を短縮し、高架下道路の交通への影響を低減することができた(図-2、写真-3、4)。

<STEP1>受け台兼用ブラケット設置

<STEP2>ジャッキアップおよび支承取替え

<STEP3>変位制限装置の設置

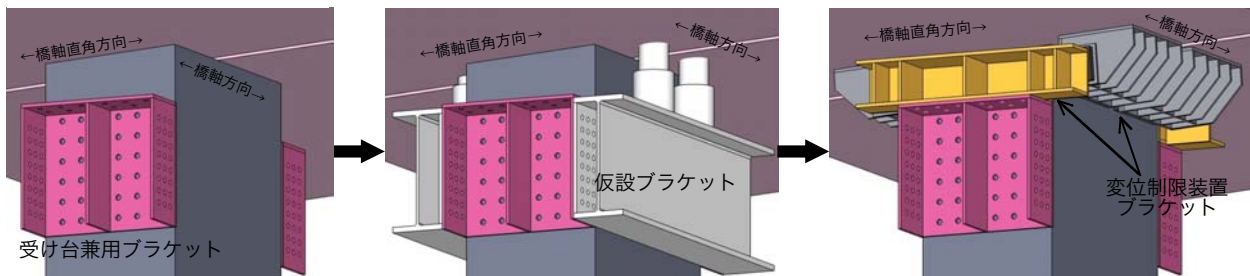


図-2 施工ステップ

3. 3 施工上の課題

本工事では、仮設ブラケット側の添接ボルト用孔の位置決定は、受け台兼用ブラケットの設置後に行った。これは、受け台兼用ブラケットを既設橋脚に設置する際、設置寸法は既設構造物の出来形に大きく影響を受けるためである。

受け台兼用ブラケットは、上部工反力が大きいことより従来工法のアンカーボルト定着構造とした。そのため、アンカー削孔の進捗状況が仮設ブラケットの製作開始時期に影響を与え、一部の橋脚ではジャッキアップに当初計画よりも時間を必要とする結果となった。



写真-3 仮設ブラケット搬入(夜間規制)



写真-4 ジャッキアップ

4. 非アンカー式変位制限装置の設計・施工

4. 1 従来工法の課題

多径間連続 PC 箱桁は同規模の鋼橋に比して上部工重量が大きくなることから、地震時における作用水平力もこれに伴い大きくなり、この結果、従来工法のアンカーボルト定着による変位制限装置では、アンカーの本数が多くなる傾向にある。本工事の基本設計では、定着用のアンカーボルト (D35) を既設上部工横桁部と橋脚上部に合計 150 本程度 (片面) 施工する構造となっていた (図-3)。

しかし、基本設計案では多数のアンカーボルト施工に加えて変位制限装置も大型化することから、経済性・施工性を考慮した場合、変位制限装置をコンパクト化する必要が生じた。

さらに、耐震性向上を目的としている本工事において、アンカー削孔が既設構造物の鉄筋と干渉することを避ける必要性があり、不達孔を含む多数のアンカー削孔により既設構造物の耐力低下が懸念された。また、多数のアンカー削孔作業の進捗が工程に影響を与えることが予想された。

4. 2 非アンカー式変位制限装置の設計検討

(1) 構造形式

実施設計に際して、変位制限装置の設置による上記の既設構造物への影響を低減する目的で、非アンカー式変位制限装置を採用した。

非アンカー式変位制限装置の構造概要は、地震時に水平力が作用した場合、作用側ブラケットから PC ケーブルを介して受け側ブラケットへ力が伝わり、既設構造物を挟み込む形で上部工の変位を拘束する構造である (図-4, 5)。

(2) 構造設計

非アンカー式変位制限装置は、首都高速道路(株)により本構造形式を落橋防止構造へ適用するための確認試験が行われ、本構造系の力の釣合い式 (設計計算の式) が確認されている (図-6)。

この力の釣合い式を用いて非アンカー式変位制限装置に作用する引張力 (R_p) が PC 鋼材の降伏強度以下となるように設計した。この PC 鋼材により連結される作用側および受け側鋼製ブラケットについては、設計荷重作用時の応力度照査を行った。

また、PC 鋼材は作用荷重規模および鋼製ブラケットの回転への追随性や耐久性を考慮し、被覆 PC ケーブルを採用した。目-442 橋脚 (地震時水平力 = 5968kN) の場合、被覆 PC ケーブル (F310TS タイプ) を使用した非アンカー式変位制限装置が 6 組必要となった。

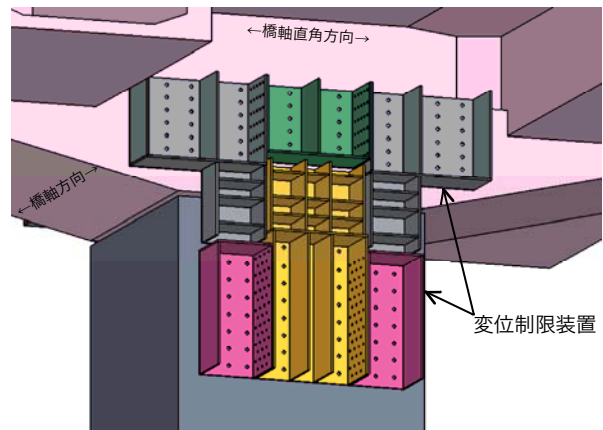


図-3 基本設計案
(二方向兼用式アンカー定着工法)

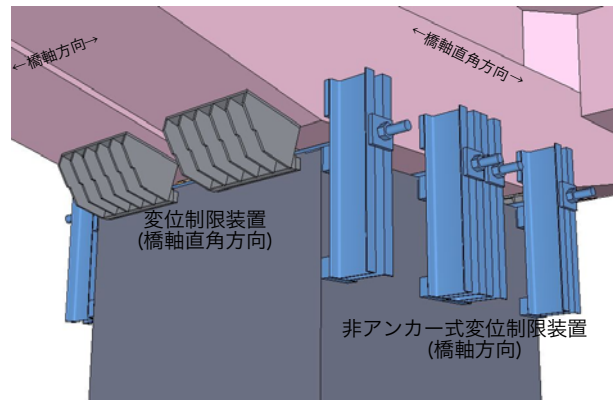


図-4 非アンカー式変位制限装置

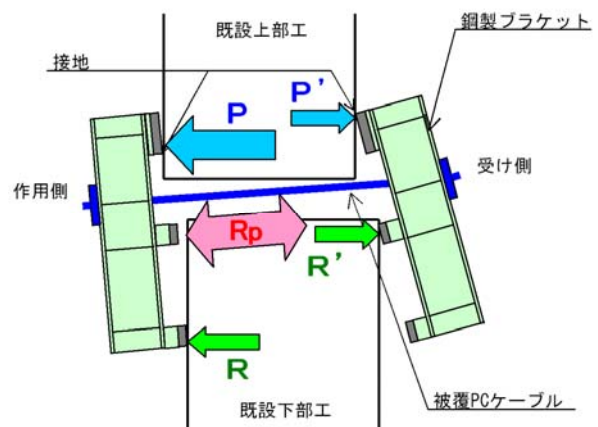


図-5 機能概要図

4. 3 非アンカー式変位制限装置の施工

非アンカー式変位制限装置の施工状況を写真-5に示す。本構造は既設構造物へのアンカー削孔が不要であるが、地震時の変位制限装置であることより、常時変位を拘束しないように設置遊間の管理を行うことが不可欠である。しかし、既設構造物に定着しない構造のため、設置遊間量は既設構造物の出来形に大きく影響される。本構造の施工にあたり、既設構造物の出来形を確認しながら設置位置を調整する作業は非常に困難であった。また、設置遊間の調整間隔が大きい箇所については、鋼製ブラケットに調整プレートを追加して必要な設置遊間量を確保した。

4. 4 非アンカー式変位制限装置の長所・短所

本構造形式の長所としては、既設構造物へのアンカー削孔が不要となるため、既設構造物への影響が最小限に抑えられることや現場での施工工期の短縮が可能となり施工性の向上が図れる。

短所としては、橋軸方向(一方向)にしか対応することができないため、別途橋軸直角方向用の変位制限装置(従来工法)が必要となる(写真-6)。また、設置精度は既設構造物の出来形に大きく影響される。

5. おわりに

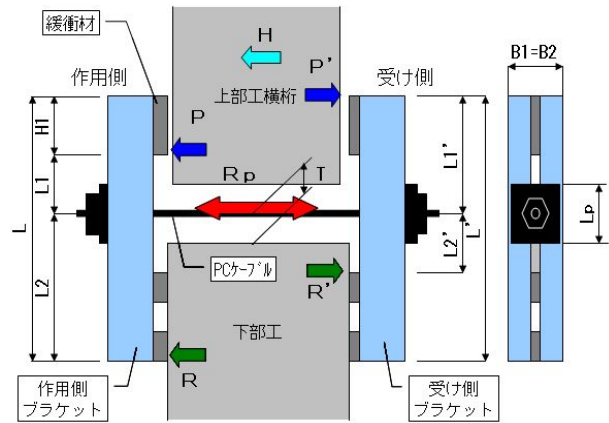
本工事のような補強工事は既設構造物の出来形や付属物の影響を考慮する必要があるため、これを調整し施工性を向上させることが重要である。

本報告が都市内だけでなく施工条件の厳しい同種工事の設計・施工における参考になれば幸いである。

また、本工事の設計検討・施工に多大なご指導を頂きました首都高速道路(株)をはじめ、工事関係者に深く感謝する。最後に、本工事が平成24年3月にしゅん功したことを報告する。

参考文献

- 1) 渡邊：都市内におけるコンクリート高架橋の耐震性向上工事について；第22回構造物の診断と補修に関する技術・研究発表会論文集，pp.36～44，2010.10



$$\text{地震時水平力：} H = P - P' \quad \dots \text{①}$$

$$P + R = R_p \quad \dots \text{②}$$

$$R_p \times L_2 = P \times (L_1 + L_2) \quad \dots \text{③}$$

$$P' + R' = R_{p'} \quad \dots \text{④}$$

$$R_{p'} \times L_2' = P' \times (L_1' + L_2') \quad \dots \text{⑤}$$

$$R_p = R_{p'} \quad \dots \text{⑥}$$

③, ⑤, ⑥より

$$R_p = P \times (L_1 + L_2) / L_2 = P' \times (L_1' + L_2') / L_2'$$

$$P' = P \times L_2' / L_2 \times (L_1 + L_2) / (L_1' + L_2')$$

図-6 確認された力の釣合い式



写真-5 施工状況(吊り足場施工)



写真-6 施工完了(目-442 橋脚)