

## 「既設橋梁の耐震補強工法事例集」について

近年、兵庫県南部地震、新潟県中越地震、そして福岡県西方沖地震が発生し、宮城県沖地震、東海地震、東南海地震等の大規模地震の発生の可能性も指摘されています。このような中、「道路、新幹線の橋梁の耐震補強の推進について（国土交通省、H17.3）」が策定され、これに基づく橋梁の耐震補強工事が、現在、全国的に進められています。当財団では、これら耐震補強工事に広く活用していただくために、平成17年4月に『既設橋梁の耐震補強工法事例集』を発行いたしました。

本事例集は、個々の下部構造の耐震性能の向上を図る対策とともに、橋全体の耐震性能を考慮した補強対策を、経済的かつ効果的に行う上で参考となる考え方、設計例、新技術等の最新の知見を取りまとめたものです。平成17年10月には、この事例集に基づいて仙台、東京、名古屋、大阪、福岡の5会場で「既設橋梁の耐震補強に関するセミナー」を開催し、計780名余の御参加を頂きました。現在、既設橋梁の耐震補強における施工指針として、広く活用を

いただいています。ここでは、本事例集の内容のうち、耐震補強の必要性や耐震補強工法の概要について紹介します。

### 1 既設橋梁の耐震補強の必要性

我が国の道路橋の耐震設計は、1964年（昭和39年）の新潟地震、1978年（昭和53年）の宮城県沖地震及び1995年（平成7年）の兵庫県南部地震等を契機として、逐次改訂されてきました。これらの一連の耐震設計法の内、設計方法の相違の例として、昭和55年の道路橋示方書より前と以降における鉄筋コンクリート橋脚の段落し部の設計方法の相異を図-1に示します。昭和55年の道路橋示方書の改訂においては、主鉄筋の段落し位置において影響のある損傷が生じないようにするために、計算上鉄筋が不要となる断面位置からの主鉄筋の定着長を延長、段落し部の許容せん断応力度を一般部の2/3に低減、帯鉄筋を一般部の2倍程度配置、といった改訂がなされました。

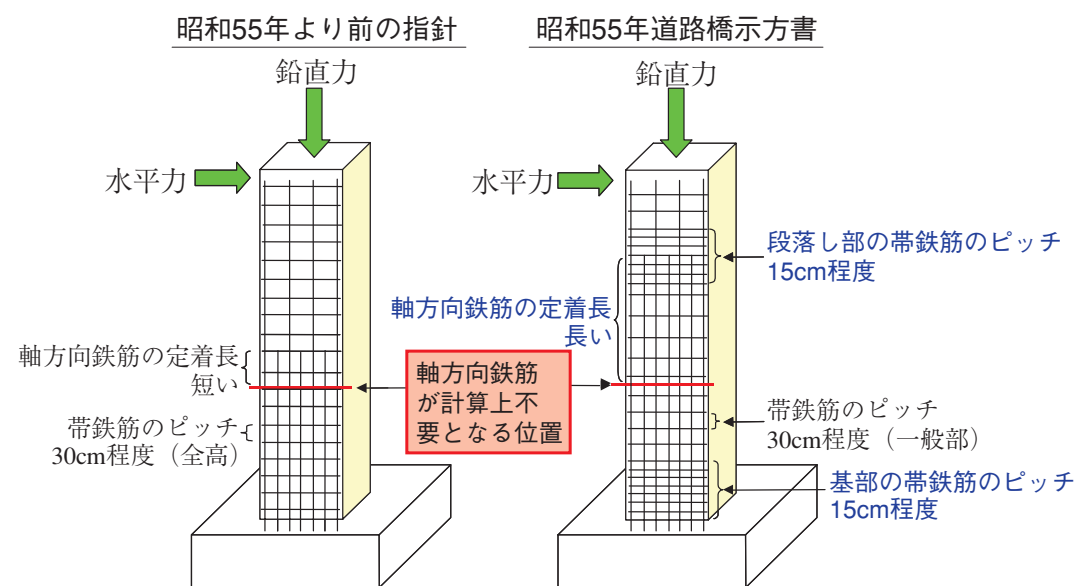


図-1 昭和55年道路橋示方書における主鉄筋段落し部の設計法の改訂

平成7年の兵庫県南部地震では、昭和55年の道路橋示方書よりも古い基準を適用した橋梁において、鉄筋コンクリート橋脚の破壊、倒壊による落橋、鋼製橋脚の局部座屈に起因する溶接部の破断による落橋といった甚大な被害を受けた事例が見られました。一方、昭和55年の道路橋示方書以降の基準を適用した橋梁においては、長大橋に隣接した単純桁において大規模橋梁の振動の影響を受けて落橋した事例1件のみでした。このため、昭和55年の道路橋示方書より古い基準を適用した橋梁に対して、優先的に耐震対策が進められています。

### 2 鉄筋コンクリート橋脚の耐震補強工法

#### 2.1 鉄筋コンクリート巻立て工法（図-2）

既設橋脚の周囲を鉄筋コンクリートで巻立てて、橋脚のじん性、曲げ耐力およびせん断耐力の向上を図る工法です。軸方向鉄筋をフーチングに定着すると、橋脚基部の曲げ耐力の向上も図れます。

この工法は、経済性や維持管理の面から他の工法に比べ有利となる場合が多くなります。しかし、施工性等から橋脚断面の増加が大きくなり、既設橋梁の建築限界等から採用できない場合もあります。また、巻立てる鉄筋コンクリート部材と既設橋脚が一体として機能するよう、新旧コンクリートの付着が必要です。

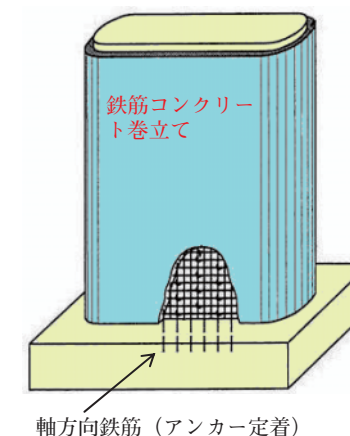


図-2 鉄筋コンクリート巻立て工法

#### 2.2 鋼板巻立て工法（図-3）

既設橋脚の周囲を鋼板で巻立てて、その間隙を充填材により密実させて、橋脚のじん性、曲げ耐力およびせん断耐力の向上を図る工法です。アンカー筋を通じて鋼板をフーチングに定着すると、橋脚基部の曲げ耐力の向上も図れます。

この工法は、橋脚断面の増加が小さいため、側方余裕等が小さい場合に有利となります。防食対策としては、鋼板表面に塗装を行い、地中部はコンクリートによる根巻きを行います。

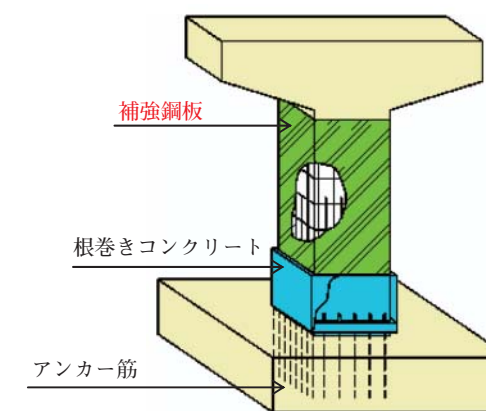


図-3 鋼板巻立て工法

#### 2.3 繊維材巻立て工法（図-4）

既設橋脚の周囲を炭素繊維やアラミド繊維などで巻立てて、橋脚段落し部のじん性、曲げ耐力およびせん断耐力の向上あるいは橋脚全体のせん断耐力の向上を図る工法です。

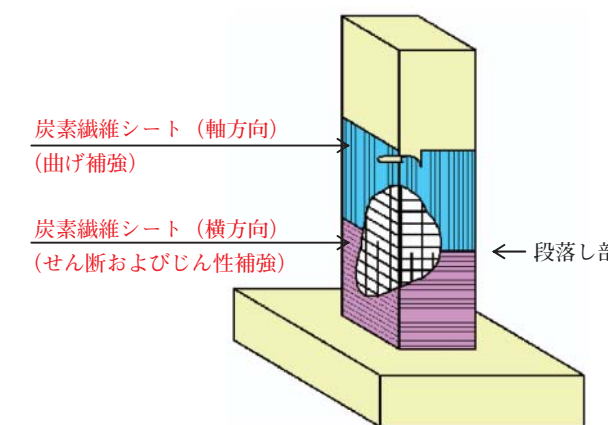


図-4 繊維材巻立て工法

この工法は、材料が軽量で、手作業による施工が可能です。しかし、下地処理やシートの貼り付け作業の良否が補強効果に大きな影響を及ぼすため、施工に注意が必要となります。

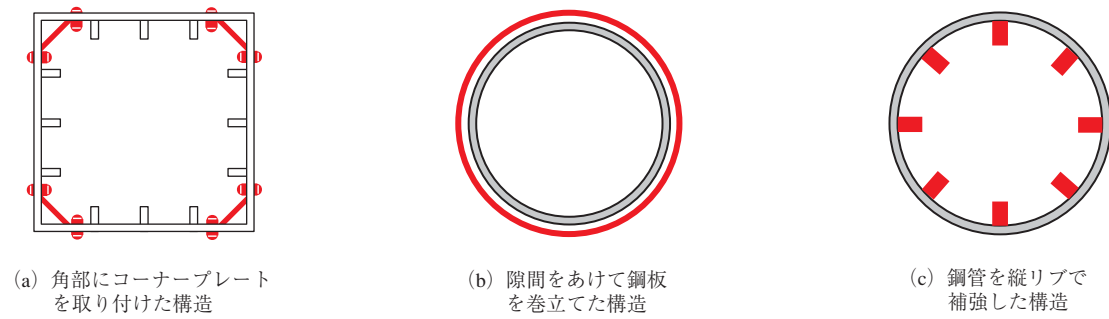


図-5 断面補強工法

### 3 鋼製橋脚の耐震補強工法

#### 3.1 コンクリート充填工法

鋼製橋脚の内部をコンクリートで充填することで、座屈の防止と曲げ耐力の向上を図る工法です。コンクリートの充填により橋脚の慣性力がアンカー耐力を上回る場合には適用が困難となる場合がありますが、現場施工の容易さから、鋼製橋脚の耐震補強工法として一般的に用いられています。

#### 3.2 断面補強工法

この工法は、コンクリート充填工法と比較すると耐力の増加を相対的に小さくすることが出来ます。アンカー部の耐力が小さい等のために、コンクリート充填工法が採用できない場合に採用する工法です。

##### (1) 矩形断面の場合(図-5(a))

矩形断面橋脚の角部分をコーナプレートにより補剛することにより、角溶接部が裂ける脆性的破壊を防ぐことができ、さらにじん性の向上が期待できます。

##### (2) 円形断面の場合

###### ①隙間あけ鋼板巻立て補強(図-5(b))

鋼管の周りに鋼板を母材板厚の1/2程度の隙間をあけて巻立てる構造です。内側の鋼管の局部座屈変形が一定値を超えると外巻きの鋼板と接触して変形が押しえられることで、座屈波形が高さ方向に多段化し、変形領域が分散されることにより変形の集中や割れを防ぎ、かつじん性の向上が期待できます。既設断面に対して耐力を増加させずにじん性の向上が図れます。

###### ②縦リブ補強(図-5(c))

鋼管を縦リブにより補剛することにより、提灯座屈のような変形の集中を防ぎ、かつじん性の向上が期待できます。

#### 4 橋全体の耐震性能の向上を図る工法

個々の橋脚を対象に行う鉄筋コンクリート巻立て工法や鋼板巻立て工法などの耐震補強工法は、補強効果が確認された有効な工法ですが、河川内の橋脚などに適用した場合には、施工空間や渇水期などの河川条件等の制約、仮締切工等のための仮設費のコスト増、あるいは、河川内で作業を行う場合には河川環境への配慮が不可欠、などの施工上の制約条件やコストの条件が厳しくなることなどが課題として指摘されています。

これらの課題を有する既設橋梁に対しては、橋の全体構造系に着目して耐震性能を評価することで各橋脚の性能を確保する工法の適用が有利となる場合があります。このような、橋全体の耐震性能の向上を図る工法は、上部構造の支持条件を変更したり、橋台の抵抗を評価することで、橋全体としての耐震性能を高める工法です。この工法は主に以降に示す3方法に分類することができます。補強対象とする橋梁の条件に応じて、これらの内、最も適した方法を適用することとなります。なお、単一の方法では補強効果が十分でない場合には、これらの方法を併用することによって補強効果を高めることもできます。

また、橋全体の耐震性能の向上を図る工法と個々の橋脚の耐震補強工法を併用することで合理的な耐震補強となる場合もあります。

#### 4.1 免震化による方法(図-6)

本方法は、免震支承、ダンパー等を併用して橋全体の長周期化を図るとともに、減衰性能を高めて、地震時に橋梁に作用する慣性力の低減あるいは遮断を図る方法です。既設支承を免震支承に交換したり、あるいは免震装置を新たに追加することにより構造系を免震構造とすることができます。なお、上部構造の連続化や連結化が必要となる場合もあります。

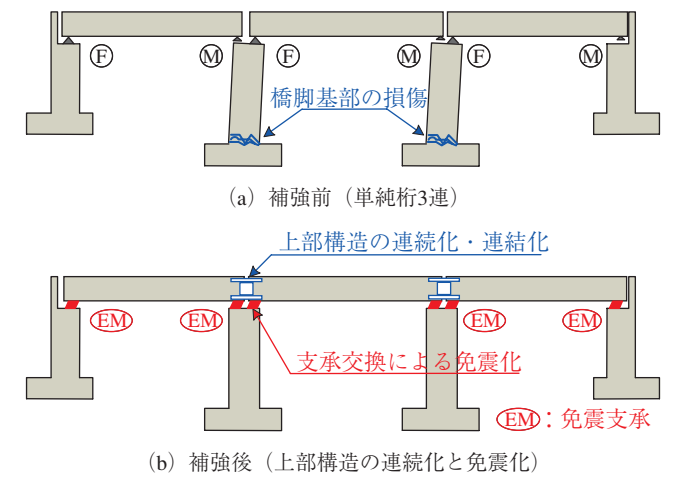


図-6 免震化による方法

#### 4.2 慣性力を分散する方法(図-7)

本方法は、上部構造及び下部構造の支持条件を調整して、地震時に負担する慣性力を他の下部構造に分散することにより、橋全体として地震力に対して抵抗する方法です。各下部構造への地震時慣性力の分散方法としては、ゴム系支承による方法、多点固定による方法、地震時のみ固定として機能するダンパーストッパーによる方法等があります。なお、上部構造の連続化や連結化が必要となる場合もあります。

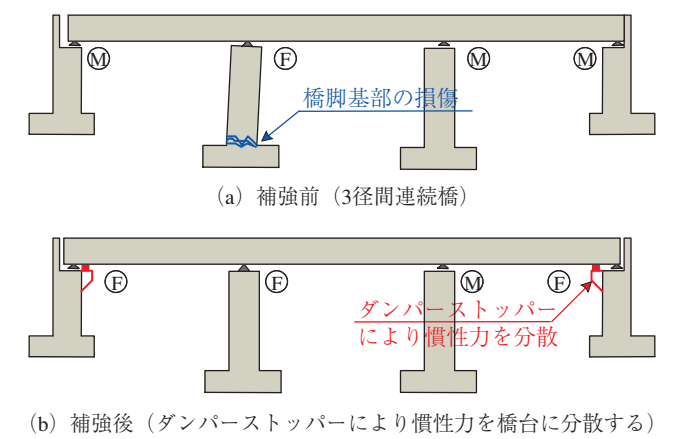


図-7 慣性力を分散する方法

#### 4.3 変位拘束による方法(図-8)

本方法は、地震時に上部構造に生じる水平変位を橋台等により拘束する方法で、橋脚に作用する慣性力の低減を図る方法です。両端に橋台を有する橋においては、地震時の橋軸方向の変位は橋台との接触により拘束を受けます。このような現象は新設橋梁の設計では一般に考慮されませんが、橋台が安定している場合には、その効果を考慮できると考えられます。本方法には、橋台により橋軸方向に対する水平変位の拘束を期待する方法、あるいは、橋台の補強により変位拘束効果を増強する方法などがあります。なお、上部構造の連続化や連結化が必要となる場合もあります。

(文責：研究部研究企画課長 福永 勸)

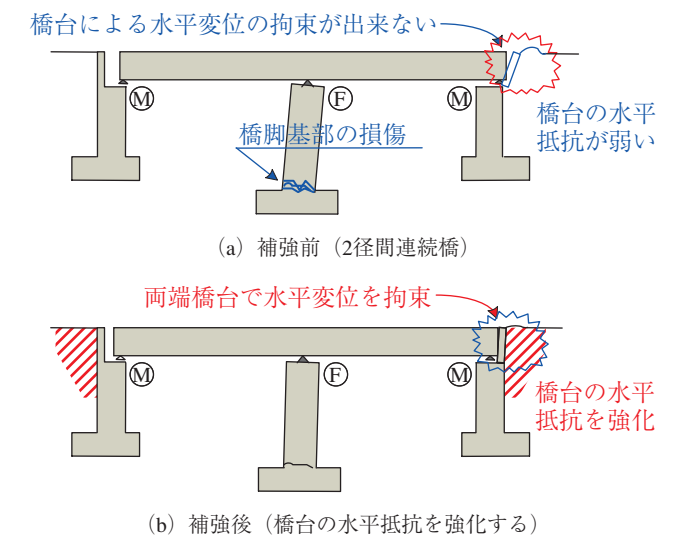


図-8 変位拘束による方法

### 既設橋梁の耐震補強工法事例集

主な執筆者

運上	茂樹	独立行政法人	土木研究所
村越	潤	独立行政法人	土木研究所
渡辺	博志	独立行政法人	土木研究所
石田	雅博	独立行政法人	土木研究所
小林	寛	独立行政法人	土木研究所
福永	勸	(財)海洋架橋・橋梁調査会	
酒井	吉永	(財)海洋架橋・橋梁調査会	