

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4425751号
(P4425751)

(45) 発行日 平成22年3月3日(2010.3.3)

(24) 登録日 平成21年12月18日(2009.12.18)

(51) Int. Cl. F I
 E O 1 D 22/00 (2006.01) E O 1 D 22/00 B
 E O 1 D 19/02 (2006.01) E O 1 D 19/02

請求項の数 5 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2004-263297 (P2004-263297)	(73) 特許権者	501366111
(22) 出願日	平成16年9月10日 (2004.9.10)		財団法人高速道路調査会
(65) 公開番号	特開2006-77481 (P2006-77481A)		東京都港区芝四丁目17番5号
(43) 公開日	平成18年3月23日 (2006.3.23)	(73) 特許権者	592000886
審査請求日	平成19年8月31日 (2007.8.31)		八千代エンジニアリング株式会社
			東京都新宿区西落合2丁目18番12号
		(73) 特許権者	505398941
			東日本高速道路株式会社
			東京都千代田区霞が関三丁目3番2号
		(73) 特許権者	505398952
			中日本高速道路株式会社
			愛知県名古屋市中区錦二丁目18番19号
		(73) 特許権者	505398963
			西日本高速道路株式会社
			大阪府大阪市北区堂島一丁目6番20号
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 橋脚の耐震補強構造

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

2以上の柱脚と横梁とを有する既設のラーメン橋脚の耐震補強構造であって、前記柱脚の上端をつなぐ横梁を前記柱脚間で切断し橋軸直角方向に分離することで、橋軸直角方向の水平外力によるせん断力が前記柱脚のせん断耐力に達する前に、柱脚下部に曲げ降伏が生ずるようにしたことを特徴とする橋脚の耐震補強構造。

【請求項2】

前記横梁の切断位置にダンパーを介在させてあることを特徴とする請求項1記載の橋脚の耐震補強構造。

【請求項3】

前記横梁の切断位置に切断面内での摺動を許容する滑り材を介在させてあることを特徴とする請求項1記載の橋脚の耐震補強構造。

【請求項4】

2以上の柱脚と横梁とを有する橋脚の耐震補強構造であって、前記柱脚の上端をつなぐ横梁を前記柱脚間で橋軸直角方向に分離し、前記横梁の分離位置にダンパーを介在させてあることを特徴とする橋脚の耐震補強構造。

【請求項5】

2以上の柱脚と横梁とを有する橋脚の耐震補強構造であって、前記柱脚の上端をつなぐ横梁を前記柱脚間で橋軸直角方向に分離し、前記横梁の分離位置に滑り材を介在させてあることを特徴とする橋脚の耐震補強構造。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、2以上の柱脚と横梁とを有する既設または新設の橋脚の耐震補強構造に関するものである。

【背景技術】

【0002】

コンクリートを主体とするラーメン橋脚の橋軸直角方向の耐震性についてみると、地震時の水平外力による柱脚部でのせん断破壊が問題となり、既存のラーメン橋脚では現在要求されている基準を満たしていないものがあり、何らかの対策が必要とされている。

10

【0003】

道路橋等の橋脚における従来の耐震補強方法としては、柱脚の回りに鉄筋コンクリートを巻き立てる方法、柱脚の回りに鋼板を巻き立てて間にグラウトの充填を行う方法、炭素繊維やアラミド繊維、あるいはそれらをシート状にしたものを柱脚部に巻付け、エポキシ系の接着剤等で接着して補強あるいは補修する方法、さらにはこれらを併用する方法などがある。

【0004】

この他、特許文献1には、ラーメン橋脚の耐震性の向上を目的として、柱脚間に主構造とは別に耐震梁を設け、この耐震梁に極軟鋼などからなる塑性ひずみが発生容易な側板要素を設けたものが記載されている。

20

【0005】

特許文献2には、鉄筋コンクリートラーメン架構を構成する鉄筋コンクリート柱脚の主筋を一部切断して、柱脚の破壊性状をせん断破壊先行型から曲げ破壊先行型に移行させる耐震補強工法が記載されている。

【0006】

特許文献3には、橋脚を大断面とせずに耐震性を向上させる方法として、柱脚の下端に極軟鋼などからなる履歴減衰材料を介在させたロッド材を方杖状に取り付けた構造が記載されている。

【特許文献1】特開平11-280023号公報

【特許文献2】特開2000-336947号公報(第2頁1欄5-7行、図1)

30

【特許文献3】特開2003-074019号公報

【特許文献4】特開2000-096521号公報

【特許文献5】特開2003-064624号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

従来の柱脚の回りに鉄筋コンクリートあるいは鋼板等を巻き立てて補強する方法や、炭素繊維等で補強する方法は、柱脚を直接、補剛するものであり、コストが高くつく他、施工時に道路橋等の橋梁下の交通規制が必要となり、長期間の工期を要している。

【0008】

また、特許文献1記載の発明の場合も、新たに耐震梁を設ける必要があることから、その分の工費が高む他、大きな施工スペースを必要とし、交通規制の問題が大きい。

40

【0009】

特許文献2記載の発明の場合、破壊性状をせん断破壊先行型から曲げ破壊先行型に移行させるという考え方自体は合理的であるが、鉛直荷重を直接支えている柱脚について、コンクリート部分を壊して一部の鉄筋のみを切断する作業には困難が伴う。

【0010】

特許文献3記載の発明の場合もコストが高くつく他、履歴減衰材料を介在させたロッド材の耐震性能に関する信頼性の評価や設計が難しい。また、柱脚周囲に施工スペースを必要とするため交通規制の問題がある。

50

【0011】

本発明は、このような従来技術における課題の解決を図ったものであり、柱脚の上端どうしをつなぐ横梁を分離することで、地震時等に柱脚下部の曲げ降伏が先行する構造系に変換することとし、低コストで、短い工期で、最小限の交通規制で施工を行うことができる合理的で信頼性の高い橋脚の耐震補強構造を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本願の請求項1に係る発明は、2以上の柱脚と横梁とを有する既設のラーメン橋脚の耐震補強構造であって、前記柱脚の上端をつなぐ横梁を前記柱脚間で切断し橋軸直角方向に分離することで、橋軸直角方向の水平外力によるせん断力が前記柱脚のせん断耐力に達する前に、柱脚下部に曲げ降伏が生ずるようにしたことを特徴とするものである。

10

【0013】

本発明は、橋軸直角方向の耐震性に関し、既存のラーメン橋脚の形態のままでは地震外力によって柱脚でせん断破壊が生ずる恐れがある場合について、ラーメン橋脚を構成する横梁を切断することでそれぞれの柱脚を分離し、せん断耐力に達する前に柱脚下部で曲げ降伏が先行して発生するようにしたものであり、曲げ降伏後の変形性能を利用してせん断力の負担を増加させることなく柱脚の急激な破壊を防止することができる。

【0014】

主として、鉄筋コンクリート構造、鉄骨鉄筋コンクリート構造、鋼管充填コンクリート構造等、コンクリートを主体とするラーメン橋脚を対象とするが、必ずしもこれらに限定

20

【0015】

横梁の切断位置については、切断した状態で完全に分離させる場合に限らず、切断した端部どうしを、例えば極軟鋼などの比較的塑性変形しやすい材料、あるいは合成ゴム等からなる弾性部材、あるいは各種ダンパー等を介在させたり、切断位置に摩擦抵抗の少ない滑り材を介在させ、分離された部分どうしの間での応力の伝達をある程度許容しつつ、地震エネルギーを吸収したり、あるいは発散させることも考えられる。

【0016】

切断位置は切断面どうしが近接している場合と、ある間隔分を除去し切断面どうしが離間している場合とがあり得る。また、切断によって横梁に配筋されていた鉄筋等が露出する場合には、必要に応じ、その部分の防錆処理を施したり、局部的な補強を施したり、切断面をコンクリート、樹脂、その他で被覆すること等が考えられる。

30

【0017】

請求項2は、請求項1に係る橋脚の耐震補強構造において、前記横梁の切断位置にダンパーを介在させてあることを特徴とするものである。

【0018】

分離された横梁間にダンパーを介在させることで、地震時にはダンパーの変形により地震エネルギーを吸収し、柱脚におけるせん断力や曲げ荷重の負担を軽減することができる。

【0019】

なお、ダンパーを介在させる形態としては、ダンパーの両端が切断位置における切断面の両者に固定されて、横梁の切断された部分どうしをダンパーが連結している場合、ダンパーの一端のみが一方の切断面に固定されている場合、切断位置にダンパーのガイド機構等が設けられ、ダンパーの端部がいずれの切断面にも固定されない場合等があり得る。

40

【0020】

ダンパーとしては、金属製の弾塑性ダンパー、高減衰ゴム製のダンパー、流体圧シリンダー形式のもの等、特に限定されない。

【0021】

請求項3は、請求項1に係る橋脚の耐震補強構造において、前記横梁の切断位置に切断面内での摺動を許容する滑り材を介在させてあることを特徴とするものである。

50

【 0 0 2 2 】

分離された横梁間に滑り材を介在させることで、切断位置におけるせん断力の伝達がなく、あるいは完全に分離されていない場合は伝達されるせん断力が小さくなり、この場合も柱脚におけるせん断力や曲げ荷重の負担を軽減することができる。介在の形態については、請求項 2 に係る発明におけるダンパーと同様である。

【 0 0 2 3 】

滑り材としては、例えば、免震支承における滑り材として利用されているステンレス板とフッ素樹脂材料を組み合わせたもの等があるが、その他特に限定されない。

【 0 0 2 4 】

また、請求項 3 に係る発明は、上述した請求項 2 におけるダンパーと併用することもできる。併用の形態としては、切断面の異なる位置にダンパーと滑り材を配置する場合と、ハイブリッド免震支承のようにダンパーと滑り材による滑り機構を一体化したものを切断面間に配置する場合とがある。

10

【 0 0 2 5 】

本願の請求項 4 に係る発明は、2 以上の柱脚と横梁とを有する橋脚の耐震補強構造であって、前記柱脚の上端をつなぐ横梁を前記柱脚間で橋軸直角方向に分離し、前記横梁の分離位置にダンパーを介在させてあることを特徴とするものである。

【 0 0 2 6 】

請求項 1 ~ 3 に係る発明が、既設のラーメン橋脚に対する耐震補強であるのに対し、請求項 4 に係る発明は、既設であるか新設であるかは問わず、また、ラーメン橋脚であることを要件としていないものであり、耐震補強された状態においては請求項 2 に係る発明と同様の形態となるが、特に新設の場合には、請求項 2 記載の既設のラーメン橋脚に対する補強構造に比べ、設計の自由度が大きい。

20

【 0 0 2 7 】

ダンパーを介在させる形態等については請求項 2 に係る発明と同様である。

【 0 0 2 8 】

本願の請求項 5 に係る発明は、2 以上の柱脚と横梁とを有する橋脚の耐震補強構造であって、前記柱脚の上端をつなぐ横梁を前記柱脚間で橋軸直角方向に分離し、前記横梁の分離位置に滑り材を介在させてあることを特徴とするものである。

【 0 0 2 9 】

請求項 4 に係る発明と同様、既設であるか新設であるかは問わず、また、ラーメン橋脚であることを要件としていないものであり、耐震補強された状態においては請求項 3 に係る発明と同様の形態となるが、特に新設の場合には、請求項 3 の記載の既設のラーメン橋脚に対する補強構造に比べ、設計の自由度が大きい。

30

【 0 0 3 0 】

滑り材を介在させる形態等については請求項 3 に係る発明と同様である。

【 0 0 3 1 】

なお、請求項 1 ~ 5 に係る発明において、単に、横梁を分離するだけでなく、必要に応じ、柱脚における炭素繊維シートの巻付け補強、あるいは特許文献 2 記載の発明のように柱脚の主筋を切断する方法等、他の耐震補強工法を併用してもよい。

40

【発明の効果】

【 0 0 3 2 】

請求項 1 に係る発明によれば、耐震補強のための主な施工個所が既存の横梁の中間位置であるため、下に平行するあるいは交差する道路等が走っている場合でも、ほとんど交通規制を必要とせずに工事を行うことができる。また、既存の柱脚や横梁をほぼそのまま残すことができるため、短い工期で、低コストで施工することができる。

【 0 0 3 3 】

なお、例えば、適切な吊り足場等を利用すれば、実質的な工事をほとんど橋脚上部で済ますことが可能である。

【 0 0 3 4 】

50

さらに、設計上問題がなければ、横梁の切断位置以外は、既存の横梁、柱脚部分をそのまま利用でき、これらを傷めることなく、地震時のせん断破壊による急激な損壊を防ぐことができるため、合理的で信頼性が高い耐震補強構造となる。

【0035】

請求項2、3に係る発明は、請求項1に係る発明に対し、さらに分断された横梁の切断位置にダンパーまたは滑り材を介在させたものであり、請求項1に係る発明の基本的な効果に加え、地震エネルギーの吸収あるいは発散による応答低減効果が得られる。

【0036】

請求項4、5に係る発明は、既設の橋脚に限らず、新設の橋脚への適用を考慮したものであるが、一般的なラーメン橋脚の設計から横梁を分離した設計へ移行させることで、請求項1～3に係る発明と同様、地震時のせん断破壊による急激な損壊を防ぐことができ、さらに、横梁の分離位置に介在させたダンパーまたは滑り材により、地震時の応答低減効果が得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0037】

図1は、本発明の基本概念を示したもので、道路橋等の橋梁の下部工としての2本の柱脚2, 2とこれらの上端をつなぐ横梁3とからなる鉄筋コンクリート製の既存のラーメン橋脚1を、耐震補強する場合を想定している。なお、この図は橋脚1を橋軸方向から見たものであり、上部工としての橋桁から上部は省略している。

【0038】

本実施形態では、横梁3の中央部を切断し、ラーメン構造として一体化されていた左右の柱脚2, 2を構造的に分離することで、柱脚2, 2が基礎部4で固定される片持ち梁に近い状態にする。

【0039】

図2(a)は横梁3の切断前に、図2(b)は横梁3の切断後に、水平荷重Pにより柱脚2, 2に発生する曲げモーメントを概念的に示したものである。

【0040】

図2(a)の横梁3の切断前においては、2本の柱脚2, 2と横梁3が剛接されたラーメン構造となっているため、柱脚2, 2に発生する曲げモーメントは柱脚2, 3の下端と上端で大きくなっている。この状態において、従来の設計による既存の橋脚では、柱脚2, 2のせん断耐力に達する荷重(水平荷重P)が、柱脚2, 2の曲げ降伏に達する荷重より小さいのが通常であり、柱脚2, 2のせん断破壊が問題となる。

【0041】

これに対し、図2(b)の横梁3の切断後では、上述のように片持ち梁に近い状態となることから、柱脚2, 2の上部で曲げモーメントが小さく、下部で曲げモーメントが大きくなる。その結果、橋脚に地震等の振動外力(ここでは橋軸直角方向のみ考えている)が作用した場合において、柱脚2, 2のせん断耐力に達する前に、柱脚2, 2の下部で曲げ降伏が生じる。

【0042】

コンクリート等のせん断破壊が急激であるのに対し、曲げについては曲げ降伏の発生からの変形性能に余裕があるため、柱脚2, 2におけるせん断力を増加させることなく、急激な破壊を避け、大地震の際にも橋脚1の崩壊等の大きな被害は免れることができる。

【0043】

図3は本発明を適用しない場合と適用した場合の橋脚におけるせん断力(kN)と橋脚基部からの距離(m)との関係を、図4は同じく曲げモーメント(kN・m)と橋脚基部からの距離(m)との関係を示したものである。

【0044】

これらの図は、鉄筋コンクリート製のラーメン橋脚のモデルに対し、道路橋示方書V耐震設計編(平成14年3月、社団法人日本道路協会)のレベル2地震動(タイプII)を入力地震動として動的解析を行ったものである。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 5 】

図3のグラフにおいて、横梁を分離しない現状の状態では、柱脚に生じるせん断力（図のA）がせん断耐力（図のs）を大幅に上回っており、大地震が起きた場合に柱脚が一気に崩壊する恐れがある。

【 0 0 4 6 】

これに対し、横梁を切断して分離した場合に柱脚に生じるせん断力（図のC）は、せん断耐力（図のs）以内に収まっている。

【 0 0 4 7 】

図のBは、横梁の切断位置にダンパーを介在させた場合を想定しているが、柱脚に生じるせん断力は、せん断耐力（図のs）以内に収まっている。

10

【 0 0 4 8 】

なお、せん断耐力（図のs）について上部および下部に段差があるのは、帯鉄筋の配置の変化によるものである。

【 0 0 4 9 】

一方、図4のグラフにおいて、横梁を分離することで、曲げモーメント（図のC）が初降伏曲げモーメント（図のm）近傍に位置しており、図3との関係から分かるように、せん断耐力に達する前に柱脚の曲げ降伏点に達する。

【 0 0 5 0 】

図のBは、横梁の切断位置にダンパーを介在させた場合（図3のBに対応するもの）である。なお、ダンパーを介在させたBと、横梁を分離しただけでダンパーを介在させていないCを比較すると、橋脚に生ずるせん断力はダンパーを介在させたBの方が大きいですが、いずれもせん断耐力に達する前に柱脚に曲げ降伏が生ずるようになっており、柱脚に生ずる曲げモーメントはBの方が小さいため、曲げについては、ダンパーBを介在させた方が有利となっている。

20

【 0 0 5 1 】

例えば、ダンパーとして極軟鋼等の弾塑性ダンパーを分離された横梁間に介在させた場合、静荷重を伝達しつつ、地震時にはダンパーの変形により地震エネルギーを吸収し、柱脚におけるせん断力や曲げ荷重の負担を軽減することができる。

【 0 0 5 2 】

なお、初降伏曲げモーメント（図のm）について下部に段差があるのは、主筋の配置によるものである。

30

【 0 0 5 3 】

これらの図3、図4の関係から、せん断破壊による急激な破壊を回避し、地震時の水平外力に対し、弾塑性的に変形を繰り返し、地震エネルギーを吸収しつつ、大地震に対しても橋脚の崩壊を抑制するという本発明の効果が確認できる。

【 0 0 5 4 】

図5は、本発明の他の実施形態を概念的に示したものであり、請求項2、請求項4の形態に対応する。すなわち、分離した横梁3の切断または分離位置に、1または複数のダンパー6を介在させた場合である。前述のように、ダンパー6の形式については特に限定されない。

40

【 0 0 5 5 】

この場合、横梁3が分離されていることで、地震時にせん断破壊による急激な損壊を防ぐという効果に加え、ダンパー6が地震エネルギーの一部を吸収し、橋脚1の応答を低減する効果が得られる。

【 0 0 5 6 】

図6は、本発明のさらに他の実施形態を概念的に示したものであり、請求項3、請求項5の形態に対応する。すなわち、分離した横梁3の切断または分離位置に、滑り支承等の滑り材7を介在させた場合である。この図は、分離された横梁3の一方の部分に例えばステンレス板7a等を取り付け、他方の部分に表面がフッ素樹脂材料等からなる部材を取り付ける場合を想定しているが、滑り材7の形式についても特に限定されない。

50

【0057】

この場合も、地震時にせん断破壊による急激な損壊を防ぐという効果に加え、滑り材7が地震エネルギーの伝達を抑制し、橋脚1の応答を低減する効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【0058】

【図1】本発明の一実施形態における橋脚を橋軸方向から見た正面図である。

【図2】横梁の切断による柱脚の曲げモーメントの変化を概念的に示したものであり、(a)が切断前の曲げモーメント図、(b)が切断後の曲げモーメント図である。

【図3】本発明を適用しない場合と適用した場合の橋脚におけるせん断力(kN)と橋脚基部からの距離(m)との関係を示すグラフである。

【図4】本発明を適用しない場合と適用した場合の橋脚における曲げモーメント(kN・m)と橋脚基部からの距離(m)との関係を示すグラフである。

【図5】本発明の他の実施形態における橋脚を橋軸方向から見た正面図である。

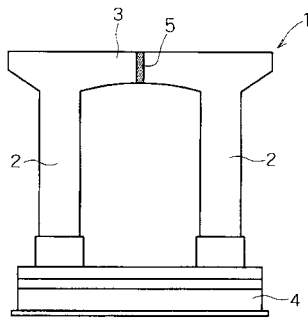
【図6】本発明のさらに他の実施形態における橋脚を橋軸方向から見た正面図である。

【符号の説明】

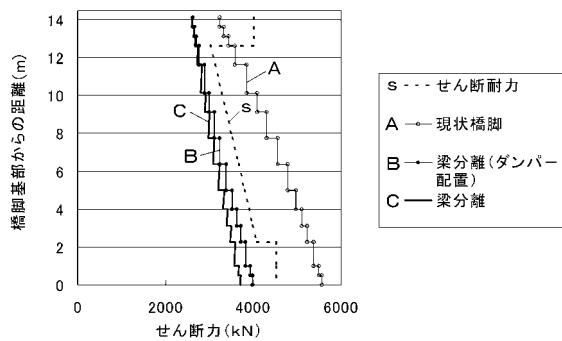
【0059】

1...橋脚、2...柱脚、3...横梁、4...基礎部、5...切断位置、6...ダンパー、7...滑り材

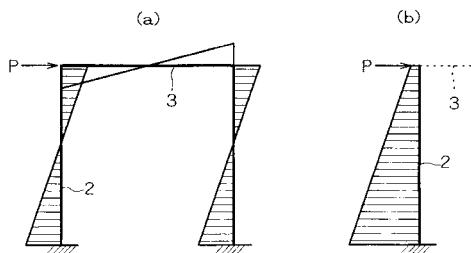
【図1】



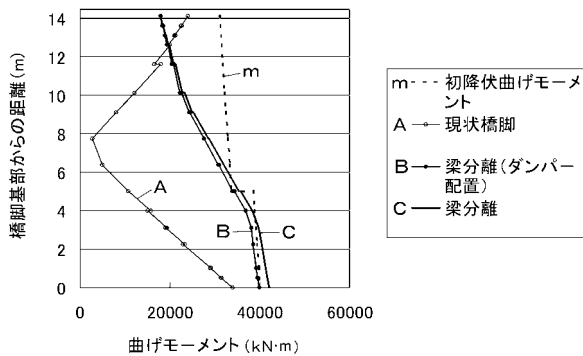
【図3】



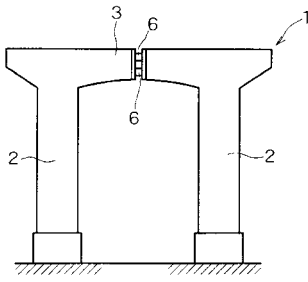
【図2】



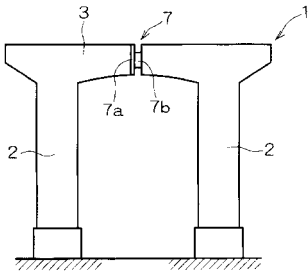
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(74)代理人 100070091

弁理士 久門 知

(74)代理人 100087491

弁理士 久門 享

(74)代理人 100104271

弁理士 久門 保子

(72)発明者 猪熊 康夫

東京都千代田区霞が関3丁目3番2号 日本道路公団内

(72)発明者 窪田 賢司

東京都千代田区霞が関3丁目3番2号 日本道路公団内

(72)発明者 福永 靖雄

東京都千代田区霞が関3丁目7番2号 財団法人高速道路技術センター内

(72)発明者 前原 康夫

東京都新宿区西落合2丁目18番12号 八千代エンジニアリング株式会社内

審査官 柳元 八大

(56)参考文献 特開2001-064913(JP,A)

特開2000-336947(JP,A)

特開2003-239220(JP,A)

特開平11-280023(JP,A)