

博士論文の内容の要旨

氏名	善財聖也
学位名	博士（工学）
学位授与年月日	2020年3月20日
論文題目	ダイアフラムおよび補剛材がコンクリート充填鋼製橋脚の挙動に及ぼす影響

(博士論文の内容の要旨)

コンクリート充填鋼製橋脚は、橋脚内部にコンクリートを充填した構造である。コンクリートを橋脚内部に充填することによって、鋼管の内部方向への座屈変形を抑制し、コンクリートを鋼管によって拘束することによる、いわゆるコンファインメント効果によって、コンクリートの圧縮強度の向上を図ることができる。これらの効果により、コンクリート充填橋脚はコンクリートが充填されていない橋脚と比べて、優れた耐力と変形性能を有することが知られている。

日本では、鋼製橋脚などが車両などの衝突によって橋脚基部が損傷を受けることを防止するために、コンクリートが橋脚基部に中詰めされていた。建設当時、このコンクリートは橋脚に作用する力を負担しないと考えられてきたが、兵庫県南部地震の被害調査の結果、橋脚の被害が軽減されていることが明らかとなり、それ以降、コンクリートが鋼管基部に部分的に充填された鋼管について精力的に研究・開発が行われてきた。

既往の研究では、コンクリート充填鋼製橋脚の耐力や変形性能に関する研究、有限要素法などの数値解析用モデルの開発に関する研究、 $M-\theta$ モデルによる地震応答の検討などが多くを占めている。一方、コンクリート充填鋼製橋脚柱を構成するダイアフラムや補剛材について着目した研究はほとんどなく、これらの部材がコンクリート充填鋼製橋脚の挙動に及ぼす影響についての詳細な検討が必要である。

そのため、本研究では、矩形断面のコンクリート充填橋脚の縦方向補剛材の補剛材剛比、円形断面のコンクリート充填鋼製橋脚柱のダイアフラムの寸法や軸力の大きさが柱の挙動に及ぼす影響を数値解析によって明らかとし、その設計材料を提供することを目的とする。

第1に、鋼板と充填コンクリート間に引張力が作用した際に生じる剥離に着目し、剥離の考慮の有無による地震荷重下のコンクリート充填鋼製橋脚の挙動の差異について検討を行った。この結果より、鋼板と充填コンクリート間の剥離は橋脚の剛性を低下させ、橋脚の応答変位を大きくさせる。加えて、橋脚の挙動への影響はコンクリートの充填高さに依存することを明らかとした。

第2に、繰り返し荷重下のコンクリート充填矩形断面橋脚柱における補剛材の剛比が橋脚の挙動に与える影響や補剛材と充填コンクリートの界面での挙動について検討を行った。解析の結果より、コンクリート充填橋脚では補剛材剛比は橋脚の耐力および変形性能には、ほとんど影響を与えていないことが明らかとなった。一方、繰り返し荷重下の軸力履歴からは補剛材剛比の大小によって、鋼板と充填コンクリートが負担する軸力の割合は異なっており、加えて、鋼板の座屈変形の生じた高さの鋼板と充填コンクリート間に作用する接触圧を見ると、断面の隅角部と補剛材にほとんどの接触圧が作用していることが判明した。

第3に、高軸力下でのコンクリート部分充填鋼製橋脚柱の適用性について検討するために、コンクリート部分充填鋼製橋脚柱の単調荷重下での有限要素解析を行った。単調荷重下のコンクリート部分充填鋼製橋脚柱では、3パターンの座屈形状が確認され、鋼管基部で座屈変形が生じた場合では、最大耐力後も一定の耐力を保つのに対して、充填コンクリート直上の無充填部で座屈変形が見られた場合には、急激な耐力の低下が見られた。結果として、設定した細長比パラメータの範囲内では細長比パラメータは、鋼管の座屈位置に影響を与えていなかった。径厚比パラメータはコンクリート部分充填鋼製橋脚の座屈位置に影響を与えるが、最も鋼管の座屈位置に影響を及ぼしているのはコンクリートの充填高さであった。このため、鋼管基部での座屈変形を生じさせるために、コンクリート充填高さを大きくする必要がある。

さらに、コンクリート部分充填鋼製橋脚柱内部の充填コンクリート直上のダイアフラムに着目し、地震応答解析を行うことで、ダイアフラムの寸法が柱の挙動に与える影響について検討した。解析結果より、ダイアフラムの開口幅・板厚ともに柱の挙動には有意な影響を与えていないことが明らかとなり、ダイアフラムの幅は鋼管外径の約20%程度あれば充分であることが判明した。

以上，本研究では鋼板と充填コンクリート間の剥離の影響，コンクリートが充填された補剛断面の挙動，軸力の大きさにより異なるコンクリート部分充填鋼製橋脚柱の座屈形状やコンクリート部分充填鋼製橋脚柱内部のダイアフラムの寸法が柱の挙動に与える影響が明らかとした．