

- 鉄道一般
- 車両
- 施設
- 電気
- 運転・輸送
- 防災
- 環境
- 人間科学
- 浮上式鉄道

コンクリート充填鋼管柱を活用して駅部高架橋を建設する

コンクリート充填鋼管柱（CFT柱）は、鋼管にコンクリートを充填した構造の柱です。CFT柱は鉄筋コンクリート柱などに比べて耐力が高く、柱の寸法を小さくすることが可能です。また、鉄筋を配置したりコンクリート打込み時に型枠を設置したりする必要がないことから、営業線に近接するなどの狭い箇所でも施工が可能です。工期を短くすることもできます。これらの特長を活かして、CFT柱を用いた高架橋（CFT高架橋）は、駅部をはじめとする都市部の高架橋に適用されています。最近では、駅ビルと一体構造となった高架橋にも適用されるようになってきました。ここでは、CFT柱のもつ特長とCFT高架橋などへの適用事例について解説します。



斉藤 雅充
Masamichi Saito
構造物技術研究部
鋼・複合構造研究室
副主任研究員
【専門分野】 鋼構造・複合構造



中田 裕喜
Yuki Nakata
構造物技術研究部
コンクリート構造研究室
副主任研究員
【専門分野】 コンクリート工学

はじめに

コンクリート充填鋼管（CFT：Concrete Filled Tube）は、内部にコンクリートを充填した鋼管（図1）で、おもに柱に用いられ（CFT柱）、円形鋼管を用いた円形CFT柱と角形鋼管を用いた角形CFT柱があります。

CFT柱を適用した高架橋（CFT高架橋）は、設計および施工に関する多くのメリットを有することから、駅部をはじめとする都市部の高架橋への適用が進んでいます。ここでは、CFT柱のもつ特長とCFT高架橋などへの適用事例を紹介します。

CFT柱の特長と適用のメリット

図2に、CFT柱の特長およびCFT高架橋を適用した場合のメリットを示します。CFT柱の特長は、おもに、力学的特長と施工上の特長があり、それぞれについて順に説明します。

CFT柱の力学的特長

CFT柱は、同じ断面寸法の鉄筋コンクリート（RC）柱や鋼製柱と比べて、大きな荷重に耐えられる特長があります。これは、鋼管とコンクリートが一体となって圧縮や曲げに抵抗する「合成効果」と、内部のコンクリートが鋼管の変形を抑制して局部座屈（図3参照）を防ぐ「座屈防止効果」により得られ

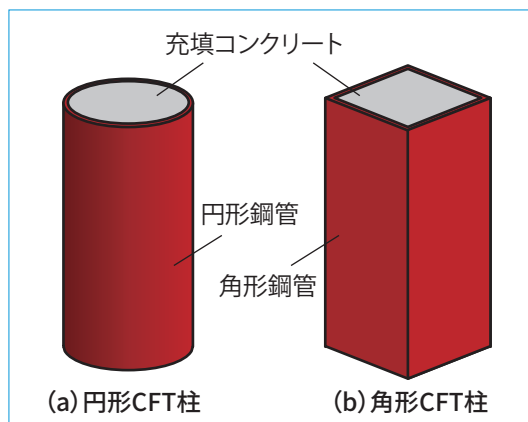


図1 コンクリート充填鋼管柱

図3 局部座屈

鋼板に圧縮力を加えていったときに、圧縮力がある限界に達すると、圧縮力に直交する方向に急にはらみだし、それ以上の力に耐えられなくなる現象。

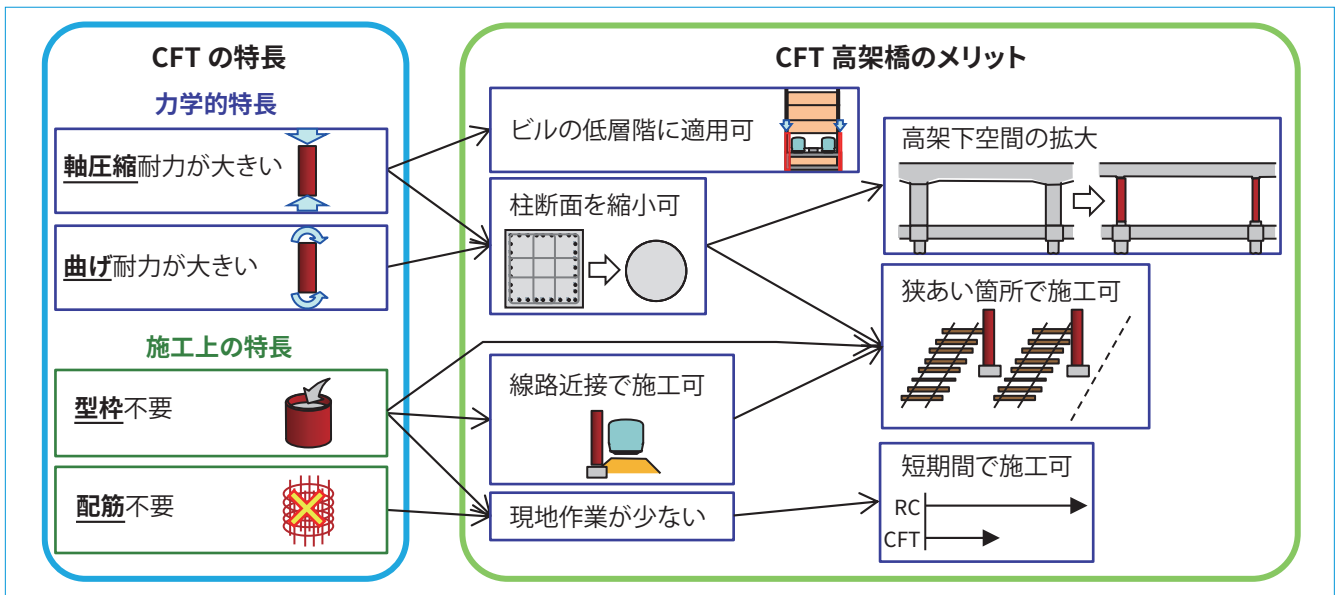


図2 CFTの特長およびCFT柱を用いた高架橋のメリット

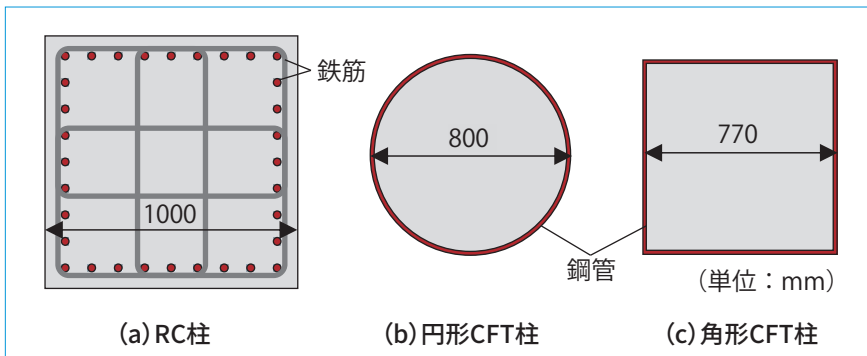


図3 高架橋に必要な柱断面の比較例

ます。さらに円形CFT柱では、外側の鋼管が内部のコンクリートを拘束する「コンファインド効果」も得られ、内部のコンクリートの強度が高まることにより、より大きな荷重に耐えることができます。

これらの特長を利用して、図3の例に示すように、CFT柱はRC柱と比べて柱の寸法を小さくすることができます。このため、駅部などで高架下の空間を有効に利用するために、CFT高架橋が適用されています。

また、駅ビルと高架橋の一体構造の場合(図4)にも、鉄道階の柱は、空間を確保することに加えて、駅ビルの大きな荷重を支えることが求められるため、CFT柱が適しています。

CFT柱の施工上の特長

CFT柱の施工上の特長として、型枠と配筋が不要であることがあげられます。

前者は、鋼管が型枠の役割を果たすため、RC柱のようにコンクリート打込み時に型枠を設置する必要がなく、型枠を構築するためのスペースも不要となります。このため、既存の線路に接近した位置など狭い箇所での施工が可能で、線路直上での高架橋やビルの建設に適しています。

後者については、RC柱における鉄筋の役割を、CFT柱では鋼管が果たすため、内部に鉄筋を配置する必要がありません。このため、現場での作業量が少なく、工期短縮が可能で、施工

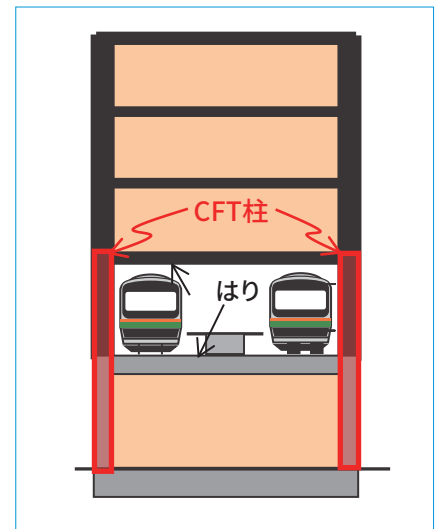


図4 駅ビルと高架橋の一体構造の例

期間に制約がある場合にCFT高架橋が適用されています。

高架橋への適用事例

CFTの適用の経緯

CFTは、1960年代から建築分野を中心に技術開発が進められ、普及してきました。一方、鉄道土木構造物では、1996年の秋田新幹線の建設に際して適用されたのがわが国で初めてです。1998年には、鉄道構造物等設計標準にCFTが取り入れられ、RC高架橋では設計、施工が難しかった箇所



図5 駅部高架橋への適用例(奈良駅) (JR西日本提供)

CFT高架橋が適用されるようになりました。

2016年の設計標準の改訂¹⁾では、CFTの形状などの適用範囲を拡大するとともに、RCはりなどのさまざまな種類の部材と接合する場合にも適用できるようになり、設計の自由度が大きくなりました。

さらに、最近では角形CFTの耐力、変形性能の算定方法に関する研究開発を進め²⁾、鉄道構造物に適用しやすくするなど、CFT高架橋の可能性がさらに広がっています。

駅部高架橋への適用例

図5に、円形CFT柱を適用した駅部高架橋の例を示します。ここでは、高架下空間の確保および短期間での施工を理由に、CFT高架橋が採用されました³⁾。観光都市の中心に位置する駅ですが、高架下の駅であるにもかかわらず、広々とした空間が得られており、商業施設にも利用されています。

図6は、営業線近接施工および短期間での施工を理由に、円形CFT柱が適用された事例です⁴⁾。この高架橋では、CFT柱の下部においてRC杭・RC地中ばりと接合を容易にするために、「外ダイアフラム付きソケット方式(図6(b)(c))」を適用しています。ソケット鋼管にCFT柱を差し込んで、すき間をコンクリートで充填するシンプルな構造で、部材を接合する際のずれ(施工誤差)を吸収できることが特長です。

図7に、角形CFT柱を駅部高架橋に適用した例を示します。この事例では、高架橋と駅ビルが一体構造になっています。駅ビルでは角形CFT柱を適用することが一般的であるため、高架橋もそれに合わせて角形CFT柱としています。

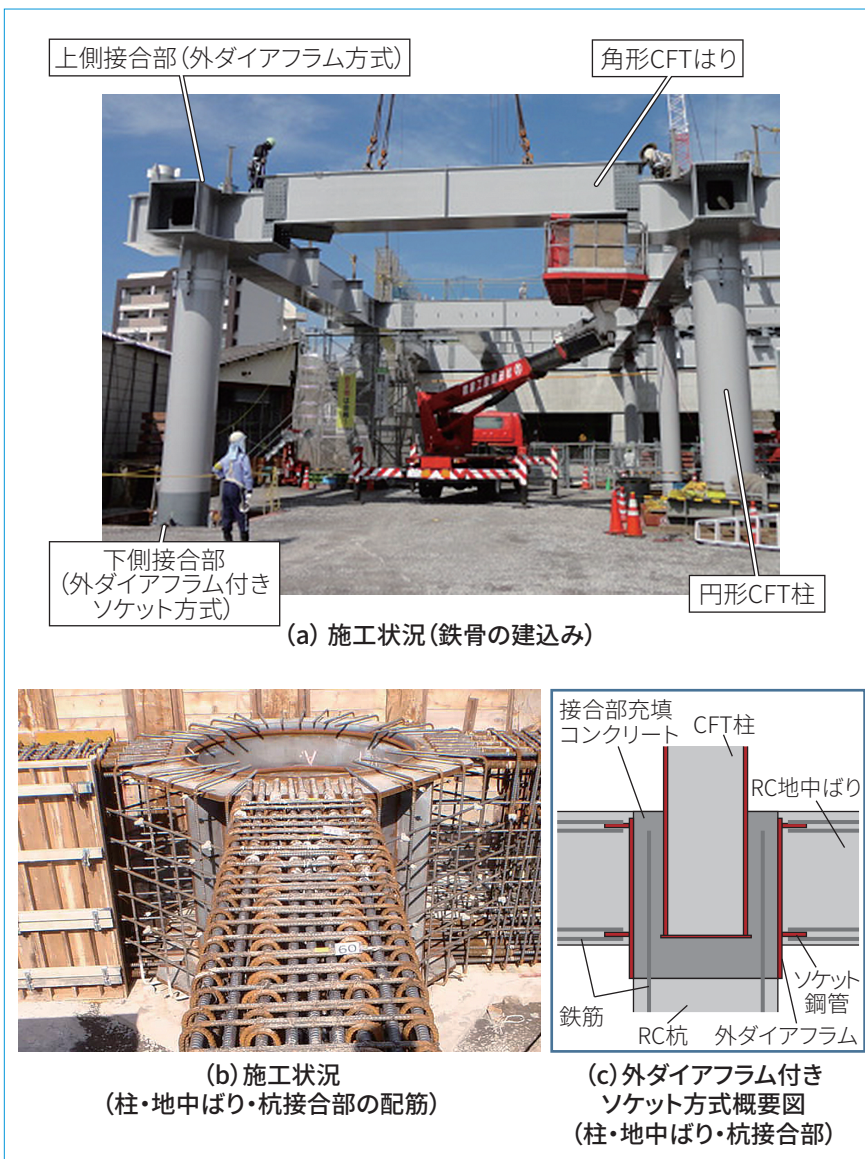


図6 駅部高架橋への適用例(折尾駅) (JR九州提供)

高架橋以外の適用形態

CFTは、前述の優れた特長を活かして、橋脚、桁、アーチリブなどにも適用されています。

図8 (a) は、CFTを桁に利用した例です。CFTの特長を利用して桁高を小さくできることから、桁下空頭の制約が厳しい箇所に有利です。

図8 (b) は、CFTをアーチ橋のアーチリブに適用した例です。CFTの特長を利用してスレンダーな形状のアーチリブとし、景観に優れた橋りょうを実現しています。



図7 角形CFT柱の適用事例(渋谷駅) (JR東日本提供)

おわりに

CFT柱の特長やCFT高架橋などへの適用事例を紹介しました。今後も、新たな知見を積み重ね、付加価値の高い構造の提案を行っていきたいと考えています。 [RRR]

文献

- 1) 鉄道総合技術研究所編：鉄道構造物等設計標準・同解説 鋼とコンクリートの複合構造物，丸善出版，2016
- 2) 中田裕喜，網谷岳夫，池田学，岡本大：正方形断面を有するコンクリート充填鋼管柱の部材性能の評価方法，日本鉄道施設協会誌，Vol.56，No.4，pp. 256-259，2018
- 3) 犬飼洋平，堀慎一：JR奈良駅付近連続立体交差化事業・関西線開業，日本鉄道施設協会誌，Vol.47，No.7，pp.538-540，2009
- 4) 蔵園有佑：駅構内におけるSRCラーメン高架橋新設，土木学会第71回年次学術講演会，I-519，2016
- 5) 池田学：鉄道構造物におけるSRC構造およびCFT構造に関する新技術の動向，コンクリート工学，Vol.52，No.1，pp.102-107，2014



(a)CFT 桁(CFT はり・RC 床版)(鉄道・運輸機構提供)



(b)アーチ橋(CFT アーチリブ・PC 桁)(JR 東日本提供)

図8 高架橋以外へのCFTの適用事例⁵⁾