

I-A164 コンクリート充填鋼管柱を用いた多柱式合成橋脚の変形状

防衛大学校 正会員○黒田一郎

九州大学大学院 正会員 日野伸一、太田俊昭 学生員 山根立行

㈱マエダ 正会員 唐嘉琳

1. はじめに

近年、第二東名高速道路をはじめとする道路橋に対して、施工の省力化、工費縮減および耐震性等の構造特性の向上を目的とした各種の橋梁上・下部工の開発が行なわれている。著者らは橋梁下部工の新しい構造形式の一つとして、コンクリート充填鋼管柱¹⁾（以下、CFT柱と略称）を用いた多柱式合成構造橋脚（図-1）を提案²⁾しており、これまで試設計等による基礎的研究を行ってきた³⁾。

本構造は、主柱材であるCFT柱とそれら相互を連結する補剛支材からなる立体骨組構造であり、地震時に大きな水平荷重を受けた場合に一本のCFT主柱材が最大耐力に達しても、他の主柱材に曲げモーメントが再分配され、崩壊に至るまでの優れた変形性能が期待される。しかし、本構造の崩壊に至るまでの耐力・変形挙動に関しては未だ説明されていない状況にある。

本報告では、橋脚高さ110mのCFT柱を用いた多柱式合成橋脚の弾塑性有限要素解析を行ない、コンクリート充填高さおよび補剛支材の断面積が変形状に与える影響について調べたものである。

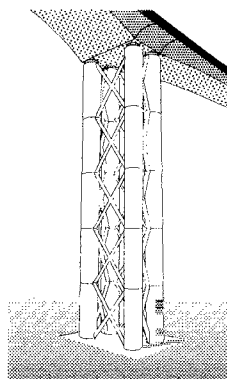


図-1 概念図

2. 橋脚モデルと解析の概要

解析対象とした橋脚高さ110mの多柱式合成橋脚モデルを図-2に示す。この橋脚モデルは3径間連続鋼トラス橋を想定して試設計したものであり、9本の柱を正方形配置した多柱形式となっている。主柱材中に充填するコンクリートの強度は 300kgf/cm^2 (29.4MPa)とし、また、補剛支材としては $\phi 700 \times 12\text{mm}$ の中空鋼管(SKK400)を用いた。

解析パラメータとしては、

①コンクリート充填高さ：20m、40m、60m、110m

②補剛支材の径および肉厚： $\phi 500 \times 10\text{mm}$ 、 $\phi 700 \times 12\text{mm}$ 、 $\phi 900 \times 14\text{mm}$ 、 $\phi 1000 \times 20\text{mm}$

の2項目を採り上げた。これらのパラメータを基に計7タイプの橋脚モデルを設定している。これらのモデルの補剛支材の配置を図-3に示す。なお、設計の際には上部工反力として上部工重量を作用させた。

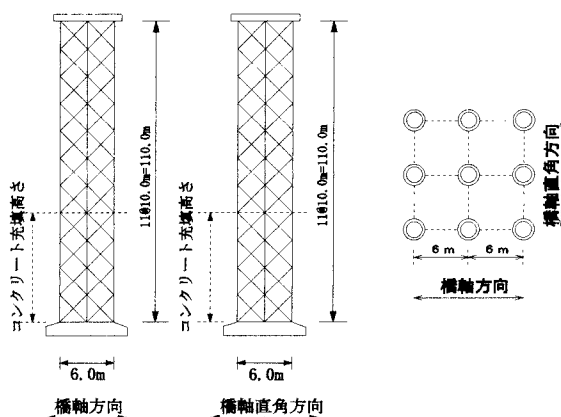


図-2 橋脚モデル

キーワード：コンクリート充填鋼管柱、多柱式合成橋脚、弾塑性有限要素解析

連絡先：〒239 神奈川県横須賀市走水1-10-20 電話 0468-41-3810 FAX 0468-41-5913

橋脚モデル全体の解析に先立ち、CFT柱の曲げモーメント曲率関係（以下、 $M-\phi$ 関係と略称）を、平面保持則および Von Mises の降伏条件の仮定の下に、断面分割、変位増分法により求めた。その際には、先に筆者らが提案した拘束効果を考慮したコンクリートと鋼管の応力-ひずみ関係モデル⁴⁾を用いている。

次に、全体構造の終局挙動に関する解析ははり要素を用いた2次元有限要素法を用いて行なった。この解析においては、まず最初に死荷重による変形を求めた後に水平荷重を作用させた。

3. 多柱式合成橋脚の荷重-変位関係

(1) コンクリート充填高さの影響

図-4は、コンクリート充填高さを20m、40m、60m、110mとしたときの水平荷重-水平変位関係を示したものである。これより、コンクリート充填高さが高くなればなるほど、耐力および変形性能が増加することが分かる。従って、今回対象とした橋脚モデルでは、コンクリートを部分充填するよりも全充填させた方が耐力・変形性能ともに優れていると言える。

(2) 補剛支材の径および肉厚の影響

図-5は、補剛支材の断面を変化させたときの水平荷重-水平変位関係を示したものである。

これより、鋼管径が大きく即ち補剛支材断面積が大きな $\phi 900$ や $\phi 1000$ は耐力が大きい。終局時の水平変位はあまり伸びず、変形性能の上では優れていない。それに比較して $\phi 700 \times 12\text{mm}$ は耐力も比較的大きく、かつ、変形性能ももっとも優れている事が認められる。 $\phi 900$ や $\phi 1000$ のように補剛支材の断面積が比較的大きい場合には橋脚全体がトラス構造のような軸力が卓越した変形メカニズムに近づくことにより、主柱材に用いたCFT柱の優れた曲げ変形性能を充分活かさできていなかったものと考えられる。

参考文献

- 1) 例えば、加藤勉：曲げと圧縮を受けるコンクリート充填鋼管柱の耐力、変形性能、建築学会構造系論文集, No.477, pp.157-166, 1995.11
- 2) 太田俊昭, 日野伸一, 黒田一郎, 唐嘉琳, 奥田秀樹, 志々田武幸：コンクリート充填鋼管を用いた多柱式合成高橋脚の力学特性, 九州大学工学集報, Vol.69, No.1, pp.35-42, 1996.1
- 3) 日野伸一, 黒田一郎, 木崎新治, 田村一美, 上平悟, 太田俊昭：コンクリート充填鋼管を用いた多柱式合成橋脚継手部の静的載荷実験：土木構造・材料論文集, 九州橋梁・構造研究会, 土木学会西部支部, Vol.13, pp.31-41, 1997.12
- 4) 唐嘉琳, 日野伸一, 黒田一郎, 太田俊昭：コンクリート充填円形鋼管柱を対象とした鋼管とコンクリートの応力-ひずみ関係のモデル化, 鋼構造論文集, Vol.3, No.11, pp.35-46, 1996.9

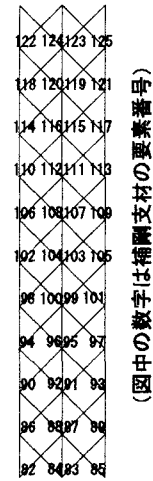


図-3 補剛支材の配置

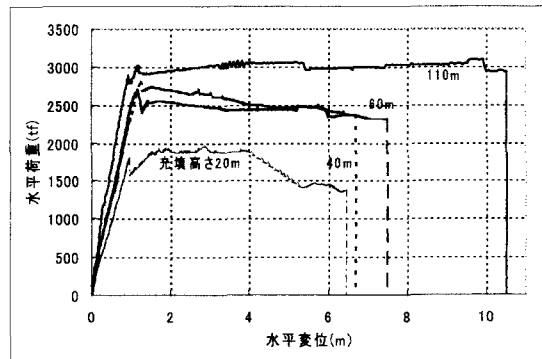


図-4 コンクリート充填高さの影響

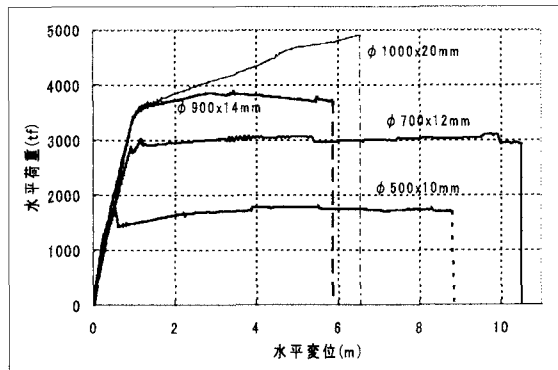


図-5 補剛支材の径および肉厚の影響