

弦材と吊材にコラム材を用いたランガー橋の継手部の FEM 解析

○ 東日本旅客鉄道株式会社 正会員 大郷貴之
東日本旅客鉄道株式会社 正会員 斉藤恭之
東日本旅客鉄道株式会社 正会員 大庭光商

1.はじめに

本橋建設地点は営近作業となることから工期短縮によるコスト上のメリットは大きい。そこで工期短縮を目的として PC ポストテンションランガー橋の吊材および弦材(アーチ材)に、コラム材(冷間プレス成形角型鋼管)を用いることを計画している。吊材は軸方向引張力が卓越することから、コンクリートを充填せずに引張材として角型鋼管を使用する。アーチ材では軸方向圧縮力が卓越することから、角型鋼管に高流動コンクリートを充填させ、圧縮力を負担させることを考えている。アーチ材の角型鋼管は施工に際しては型枠、支保工の代わりに使用し、また設計上は面外座屈時の引張部材として考えている。このような構造にした場合、吊材のアーチ部への定着構造が問題となる。定着構造として吊材に定着プレートを取り付け、このプレートの支圧によりコンクリートに力を伝達させる方式を検討した。これまでに例の無い方式であることから 3 次元 FEM 解析により応力状態を確認し、この結果を参考として部分模型実験を行うことにより、応力の伝達状態、安全性を確認することとした。本論文ではこのうちの 3 次元 FEM 解析について報告する。

2.3 次元 FEM 解析の概要

今回検討した定着構造を図 1 に示す。図中の定着プレートはその支圧により、吊材に働く引張力をアーチ材内のコンクリートに伝達することを目的としている。なお FEM 解析に先立って実施した立体骨組み解析による使用時、終局時のアーチ・吊材の応力状態を表 1 に示す。FEM 解析では境界条件として表 1 の結果を外力として与えた。3 次元 FEM 解析の計算モデルを図 2 に、鋼管とコンクリートのヤング係数、ポアソン比を表 2 に示す。

モデル化では構造の対称性を考慮し吊材の中間部を一方の境界とした。また計算を簡略化するために、吊材とアーチ材のなす角を 90 度とした。なお使用した要素のタイプは 3 次元 6 面体要素である。

解析は使用限界状態と終局限界状態の 2 つの状態について行った。それぞれの限界状態についてコンクリートと吊材が完全に付着している場合と両者の付着が無い場合について表 3 のような合計 4 ケースについて計算を行った。

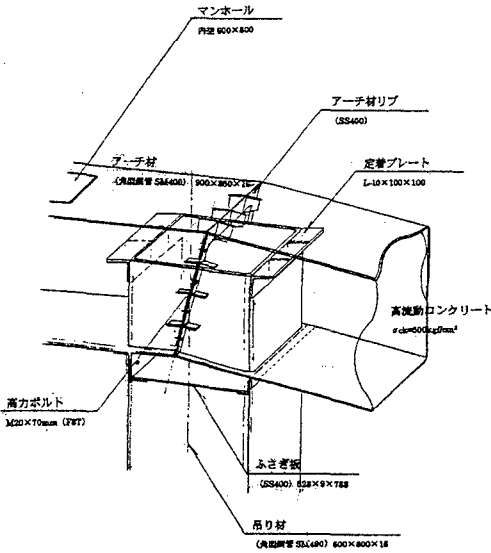


図 1 定着部の構造

表 1 アーチ、吊材の応力状態 単位(kgf/cm²)

	使用限界			終局限界		
	軸力(tf)	コンクリート応力	鋼管応力	軸力(tf)	コンクリート応力	鋼管応力
アーチ材	-989	-92	-619	-1348	-125	-843
吊材	151	—	692	206	—	943

表2 コンクリート、鋼管の物性値

	ヤング係数(kgf/cm ²)	ポアソン比
コンクリート	3.3×10^5	0.2
鋼管	2.1×10^6	0.3

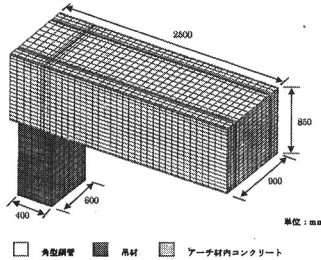


図2 計算モデル

表3 計算ケース

ケース1	終局限界状態	付着有
ケース2	終局限界状態	付着無
ケース3	使用限界状態	付着有
ケース4	使用限界状態	付着無

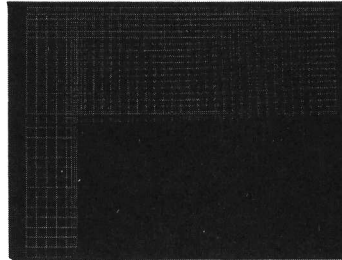


図3 変位図

3.3 次元FEM 解析結果

3次元FEM解析結果を図3から図7に示す。

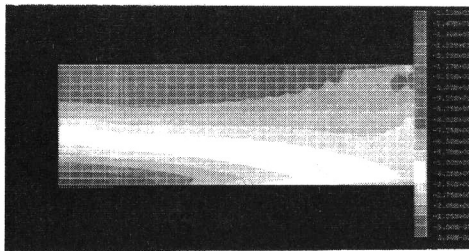


図4 水平方向応力(ケース1)

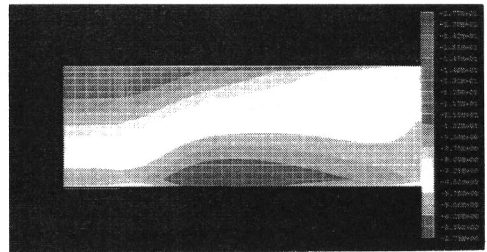


図5 水平方向応力(ケース2)

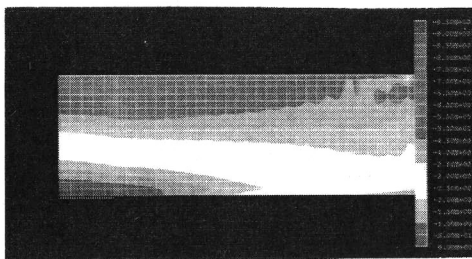


図6 水平方向応力(ケース3)

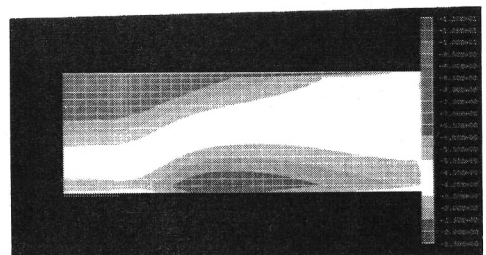


図7 水平方向応力(ケース4)

図3は実線が解析前、点線が解析後の変位を表す。また図4～7はアーチ材に働く水平方向応力を表す。ケース1から4は同じような傾向を示しているが、それぞれの分布に特徴がある。付着が無い場合には、定着プレート下面から吊材と40°前後の角をなす線を引いた延長上に引張力が卓越することから、定着プレートにより押しぬきせん断応力がアーチ材にかかっていると考えられる。またその大きさは最大で25kgf/cm²程度であった。

4.まとめ

PCランガー橋において吊材、アーチ材共に角型鋼管を用い、その継手部分に定着プレートを用いることを提案した。その結果、定着プレートによりアーチ材に押しぬきせん断応力が作用することが分かった。

現在定着部分の実験を行っているが、その結果と併せて今後安全性を確認していく予定である。