

鋼と充填コンクリートの剥離を考慮した鋼製橋脚柱の動的解析

信州大学 ○津村 康裕
信州大学 正会員 清水 茂

1. はじめに

鋼製橋脚柱に充填されているコンクリートは、もともと荷重を支持することは想定されていない。しかし、兵庫県南部地震の経験から力学的に効果があることがわかり、以後積極的に鋼製橋脚柱へコンクリートの充填がなされてきた。コンクリートが部分充填された鋼製橋脚柱を対象とした、既往の解析的研究のほとんどは、モデルが限界状態に至っても、鋼と充填コンクリートが完全に付着していることを前提としていた。鋼板と充填コンクリートの間に剥離現象が生じれば、力の伝達の点で不利になることが予想できる。ゆえに、剥離の影響を無視することは望ましくないと考えられる。そこで、本研究は鋼とコンクリートが剥離した場合の力学的挙動を推定するための基礎研究と位置づけ、剥離を前提に鋼製橋脚柱の数値解析をおこない、その影響を観察する。また、補剛材の有無による剥離への影響も観察する。

2. 解析手法

本研究で想定した解析モデルは図-1に示すように、断面の一辺を 3000mm とする正方形断面とし、柱の高さを 10000mm とする。また、橋脚内部に充填するコンクリートの高さは、基部から 3000mm とした。本研究では、補剛材の有無による剥離の影響を観察するために図-2に示すような 2 種類の断面を採用した。この断面の諸元を表-1に示す。

材料特性値は、鋼については SM490 を用いヤング率 200GPa、ポアソン比 0.3 を採用した。鋼の降伏応力は 325MPa とした。充填するコンクリートはヤング率 30GPa、ポアソン比 0.167 とし、降伏応力は 39MPa とした。

図-4 に荷重状態を示す。鉛直荷重として $P=4000\text{kN}$ を作用させる。水平荷重として図-5 に示すような荷重を作用させ、動的解析を行う。

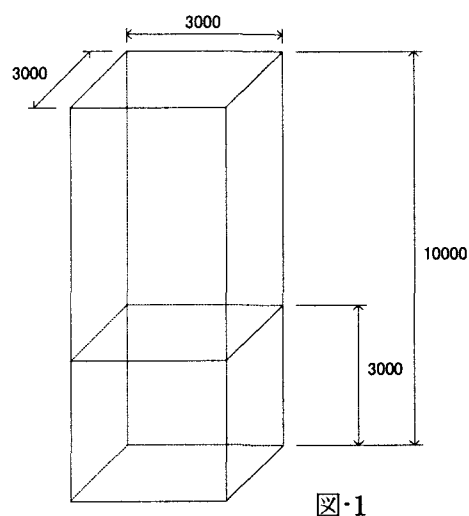


図-1

3. interface 要素

本研究では、鋼とコンクリートの境界面に剥離を再現するために interface 要素と呼ばれる新たな要素を挿入した。Interface 要素に、引張力およびせん断力が作用する時、interface 要素が挿入された二構造面間の剥離現象が発生する。この interface 要素に剥離開始応力、相対移動量、破壊エネルギーの 3 つの材料データを与え

ることで、剥離に伴う挙動を設定する。剥離開始応力とは、剥離が始まるときの応力である。相対移動量とは剥離が始まる時の、interface 要素によってつながれた二節点間の距離である。破壊エネルギーは interface 要素が、一連の剥離挙動の間に吸収するエネルギー量である。図-6 にこの要素の材料

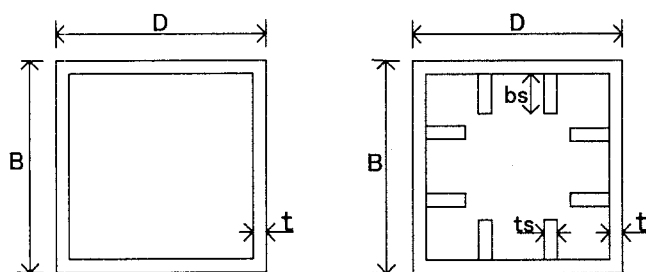


図-2

B (mm)	3000
D (mm)	3000
t (mm)	20
bs (mm)	100
ts (mm)	10

表-1

特性について示す。

interface 要素による剥離現象は、次のよう手順で再現される。まず、interface 要素に作用する応力が設定した境界値、すなわち剥離開始応力を超えた場合、interface 要素をはさむ二節点の開放が始まる。以後、柱全体へ作用する荷重が増えても、interface 要素においては定義されたとおり受け持つ応力が減少し、同時に変位は増加してゆく。さらに、該当する interface 要素の剥離挙動の終わりは、想定した破壊エネルギーを超えたときである。本研究では、剥離を支配する緒量を決めるにあたって、異なった材料特性を持つ interface 要素を定義した。

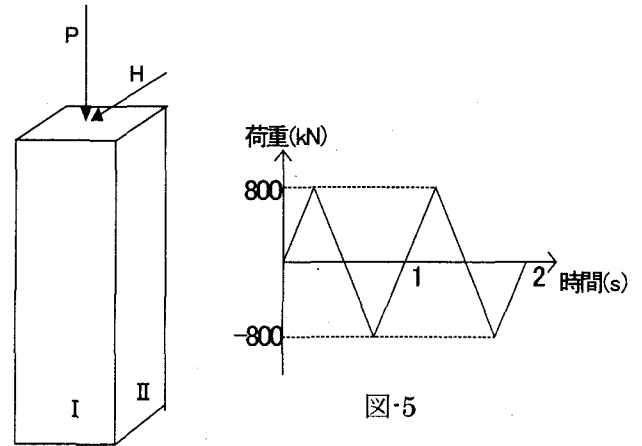


図-5

4. 解析結果

ここでは、補剛材を設けていないモデルの結果を示す。interface 要素の材料特性として剥離開始応力 20MPa、相当移動距離 0.00001mm、破壊エネルギー 150kN・mm/mm² と設定した。時間 0.25 秒後の面 I, II での鋼板の相当応力を図-7 に示す。面 I ではコンクリート充填高さ付近の相当応力が剥離開始応力である 20MPa に達しており剥離が生じていることが分かる。面 II では、コンクリート充填高さの隅角部付近で剥離が生じている。ここで面 I では引張力、面 II ではせん断力により剥離が生じた。

補剛材を設けた場合、コンクリート充填高さまた interface 要素の材料特性の変化における剥離への影響を観察するため、解析を継続している。これらの解析結果の詳細については、当日発表する。

参考文献

葛西昭、宇佐美勉、葛漢彬：
コンクリート部分充填鋼製橋脚の耐震性能、橋梁と基礎、pp23-29、1997-9

図-4

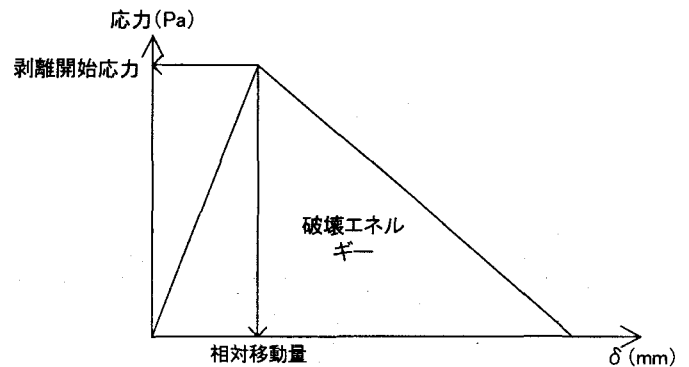
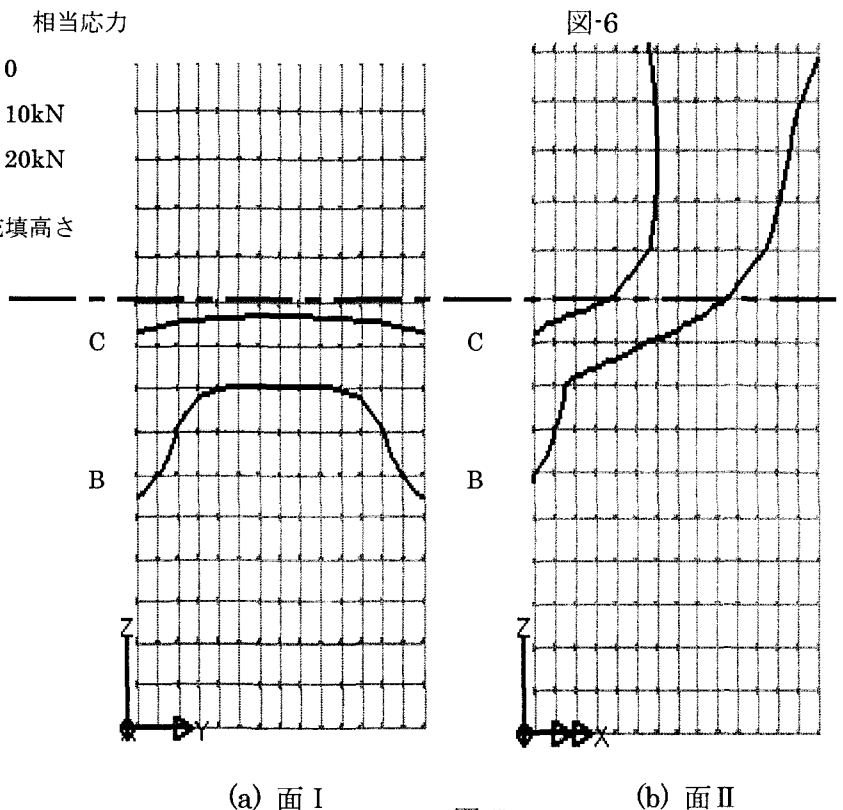


図-6



(a) 面 I

(b) 面 II

図-7