

有珠山噴火に伴う地殻変動を受ける泉の沢橋に関する数値解析的検討

室蘭工業大学 学生員 ○ 渡部 将行 室蘭工業大学 正 員 岸 徳光
日本道路公団 栗原 浩 日本道路公団 多田 誠

1. はじめに

北海道南西部に位置する有珠山（図 - 1 参照）は，平成 12 年 3 月 31 日，23 年ぶりに噴煙を上げた．この噴火により，溶岩ドームの成長に伴って地盤が隆起し，多くの土木構造物が致命的な被害を受けた．特に，道央自動車道虻田洞爺湖 IC から伊達 IC 間に位置する泉の沢橋は，橋桁，橋脚および基礎杭にひび割れ等の損傷を受けた．ここでは，噴火に伴う地殻変動が泉の沢橋に及ぼす影響を詳細に検討することを目的として，有限要素法を用いた数値シミュレーションを実施した．なお，本数値解析には構造解析汎用プログラム ABAQUS を用いている．



図 - 1 有珠山の位置

2. 泉の沢橋の概要

道央自動車道泉の沢橋（下り線）は，虻田洞爺湖 IC から伊達 IC 間に位置し，4 径間連続 PC ラーメン橋 (A1～P4)，3 径間連続 PC ラーメン橋 (P4～P7，P7～P10，P10～P13)，2 径間連続桁橋 (P13～A2) より構成される全長 378m の高架橋である．表 - 1，写真 - 1 にはそれぞれ泉の沢橋の構造緒元および本橋の完成当時（平成 5 年）における全景写真を示している．

表 - 1 泉の沢橋の構造緒元
上部工形式

区 間	A1～P4	P4～P7	P7～P10	P10～P13	P13～A2
構造形式	連続ラーメン PC 中空床版				
径 間 数	4	3			2
橋 長 (m)	93.300	79.500			46.200
支 承 条件	可動	A1, P4	P4, P7	P7, P10	P10, P13
	剛結	P1, P2, P3	P5, P6	P8, P9	P11, P12
	ヒンジ	--	--	--	A2

下部工形式

区 間	A1～P4	P4～P7	P7～P10	P10～P13	P13～A2
橋 脚	壁式橋脚				
基 礎	場所打ち RC 杭				

3. 解析仮定

本数値解析では，泉の沢橋の全体的な損傷状況を把握するために，損傷の著しい P4～P13 橋脚区間までの橋桁および橋脚を解析対象範囲と設定した．図 - 2 には要素分割状況の一例として P7～P10 橋脚区間を拡大して示している．なお，使用した要素は全て 8 節点固体要素 (C3D8) であり，総要素数は 87,610，総節点数は 121,130 である．解析は以下に示す仮定に基づいて行った．

- 橋桁，橋脚は鉄筋コンクリート (RC) 構造と仮定し，全て弾性体として扱う．表 - 2 には，本解析で使用した物性値を示している．
- 基礎杭に関しては，地中の変位量が正確に計測できないことや，その損傷の適切な評価が困難であることから無視する．
- 可動支承を有する橋脚上面と橋桁下面間および，P7，P10 橋脚上部における桁端部間には，接触および剥離が考慮可能な接触面を定義する．



写真 - 1 泉の沢橋の全景（完成当時：平成 5 年）

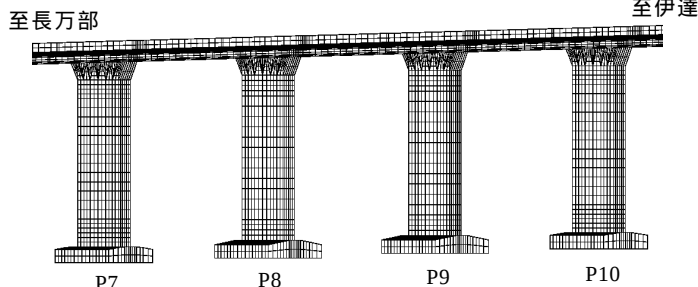


図 - 2 要素分割状況 (P7～P10 橋脚範囲)

表 - 2 材料物性値一覧

	単位体積重量 (kN/m ³)	弾性係数 (GPa)	ポアソン比
鉄筋コンクリート	24.5	30.0	0.167

キーワード：有珠山，噴火，地殻変動，泉の沢橋，強制変位解析，数値解析

連絡先：〒050-8585 室蘭市水元町 27-1 室蘭工業大学 TEL0143-46-5226 FAX0143-46-5227

- d) 可動支承部に設置されている落橋防止を目的としたアンカーバー(最大変位量:46.5mm)はその機能が有効となるように簡易にモデル化する.

本数値解析は,有珠山噴火前後

における損傷状況を把握するため

に,1)有珠山噴火前における応力状態を確認するための自重解析,2)自重載荷後に,噴火後に計測されたフーチング部の四隅の変位量を入力する強制変位解析の計2ケースとした.なお,強制変位解析は,噴火前後における実測値(座標値)より噴火後の相対移動量を計算し,各橋脚フーチング部およびP13橋脚上部橋桁に強制的に変位量を与えている.また,実測値より,橋梁全体は海側および伊達方向に移動したことを確認している.

4. 解析結果および考察

図-3には,強制変位解析後の橋脚の変形状態,および鉛直方向応力分布を示している.なお,変形倍率は5倍としている.図より,P5,P6,P8およびP9橋脚では橋脚上部で,P11,P12およびP13橋脚では橋脚基部近傍において,ひび割れが発生するほどの引張応力が発生していることがわかる.一方,P4およびP10橋脚ではそれほど大きな応力は発生していない.これは,これらの橋脚上部が可動支承であることより,橋桁の拘束効果が小さいためと推察される.

図-4には,P6橋脚を対象に実際のひび割れ状況と鉛直方向応力分布図を比較して示している.図より,実際のひ

び割れ範囲は解析結果(引張応力が 5N/mm^2 以上の範囲)と良く対応していることがわかる.また,他の橋脚に関しても,本数値解析でひび割れが発生すると予想される範囲は,実際のひび割れ状況を大略良く再現していることを確認している.

表-3には各解析ケースにおける水平方向反力を一覧にして示している.なお,反力の符号は長万部方向を正としている.表より,噴火に伴う地殻変動により,P10橋脚を除く全ての橋脚において極めて大きな水平反力が生じたことがわかる.特に,P5~P9橋脚では設計時よりも50~160(11,000~16,700kN)倍程度の水平反力が生じている.また,その方向はP10橋脚を境界にして,P4~P9橋脚では伊達方向に,P11~P13橋脚では長万部方向となっている.これより,橋梁全体としては伊達方向に移動したものの,局所的には,P4~P9橋脚は伊達方向へ,P11~P13橋脚は長万部方向へ強制変位を受けたものと推察される.

5. まとめ

本研究は,有珠山噴火による地殻変動が泉の沢橋に及ぼす影響について,数値解析的に検討を行った.その結果,1)実際に発生したひび割れ範囲と解析結果において引張応力が 5N/mm^2 以上発生している範囲は良く対応すること,2)噴火後,橋梁全体は伊達方向に移動しているものの,局所的にP4~P9橋脚範囲では伊達方向に,P11~P13橋脚範囲では長万部方向に変位している.また,地殻変動により橋脚に作用する水平方向反力は最大で設計時の160倍程度であったこと,等が明らかになった.

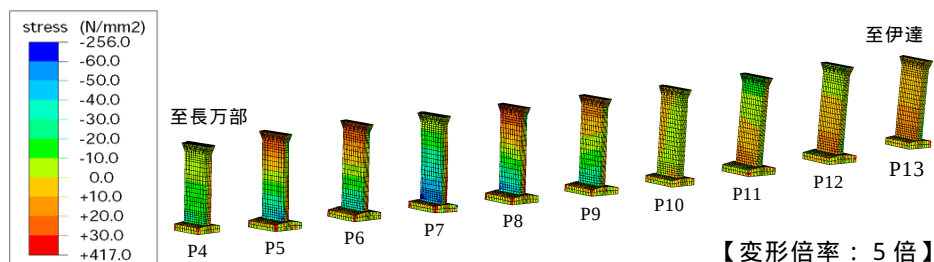


図-3 鉛直方向応力分布図(強制変位解析後)

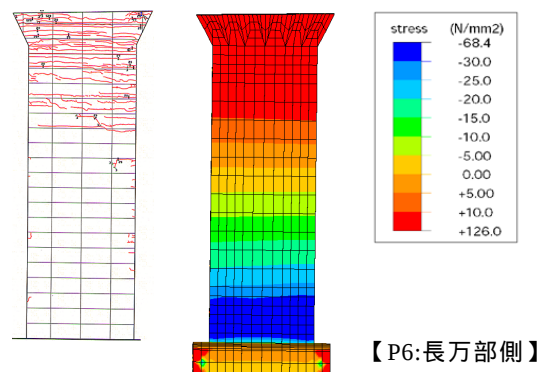


図-4 ひび割れ状況と鉛直応力分布の比較

表-3 水平方向反力一覧

		(1)自重解析 (kN)	(2)強制変位解析 (kN)	(2)/(1)
P4 橋脚		37	-5,255	142.0
P5 橋脚		136	-15,713	115.5
P6 橋脚		-215	-14,341	66.7
P7 橋脚		80	-12,623	157.8
P8 橋脚		125	-16,742	133.9
P9 橋脚		-206	-10,961	53.2
P10 橋脚		80	35	0.4
P11 橋脚		122	6,416	52.6
P12 橋脚		-202	5,442	26.9
P13	橋脚	42	4,265	101.5
	橋桁	--	59,477	--