

盛土内に計画されたボックスカルバートの耐震設計解析手法に関する一考察

パシフィックコンサルタンツ(株) 正会員 ○富 健一
 パシフィックコンサルタンツ(株) 正会員 西村 学
 パシフィックコンサルタンツ(株) 松浦 功

1. 目的

道路ボックスカルバートに対しては、従来、耐震設計は実施されていなかった。しかし、近年、大地震発生時における変状、損傷の発生を防ぐために、従来型カルバートの適用範囲を大きく超えるカルバートでは耐震設計を実施することが規定されている¹⁾。耐震設計手法は各機関から示されているが、道路構造物への適用方法として、応答変位法や応答震度法により耐震解析が実施されている²⁾³⁾。

本稿では、盛土内に計画され、耐震設計を実施していなかった大規模カルバートに対して、応答変位法、応答震度法でレベル2地震動に対する耐震解析を実施し、応答値の比較、増加鉄筋量に関する考察を実施することで、当該地盤条件のボックスカルバートに対する耐震設計解析手法の適用性について考察する。

2. 対象構造物および解析手法

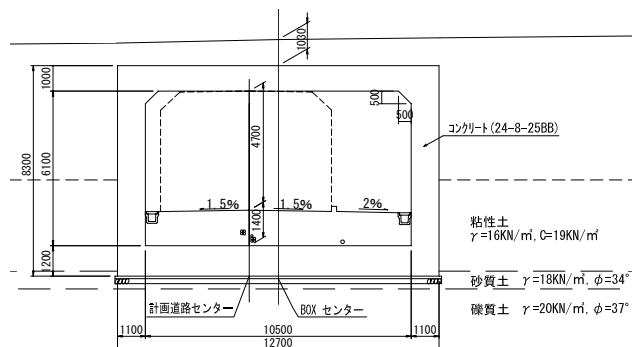
(1)対象構造物

対象構造物は、現地盤に盛土して構築する新規バイパスの交差道路上に設置されるボックスカルバートで、堅固な支持地盤を有する①号ボックス、軟弱地盤上に計画されており、ボックス下面の地盤改良が計画されている②ボックスとした。各ボックスの断面図を図-1に示す。

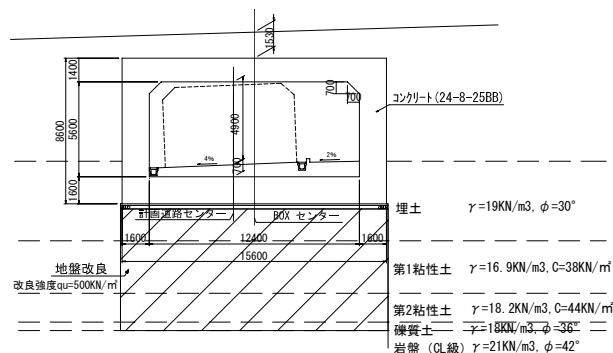
(2)解析手法

耐震解析フローを図-2に示す。解析手法として、応答変位法、及び、応答震度法で解析（解析プログラム：GALKINS）を実施し、応答値の比較を実施した。応答変位、応答加速度は、一次元地震応答解析（解析プログラム：SHAKE）により算出した。入力地震動は、タイプⅠは1978年宮城県沖地震における開北橋の記録、タイプⅡは平成7年兵庫県南部地震で得られた神戸ポートアイランド地下80mの記録を用いた。

解析に際しては、ボックスカルバートのせん断補強筋の加工を鋭角フックとすることで、じん性（ねばり強さ）を確保する構造とした。



①号ボックス（地盤改良なし）



②号ボックス（地盤改良あり）

図-1 対象構造物

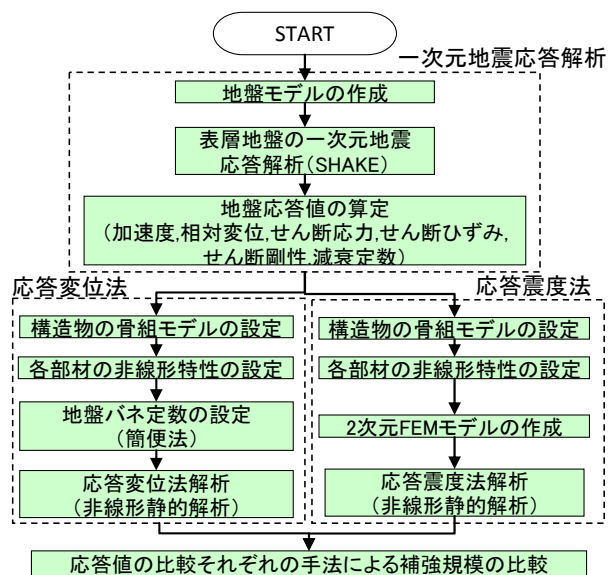


図-2 耐震解析検討フロー

キーワード ボックスカルバート、耐震設計、応答震度法、応答変位法、盛土

連絡先 〒541-0042 大阪市中央区安土町 2-3-13 パシフィックコンサルタンツ(株)大阪本社 TEL 06-4964-2296

3. 解析結果と考察

各ボックスで耐震性能照査を実施した結果の概要を表-1に示す。結果は、決定ケースであるタイプⅡ地震動作用時を取り纏めた。また、配筋状態の変更結果比較図を図-3に示す。

各手法の応答結果を考察すると、曲げは両ケースともに許容値を下回る応答値であったが、せん断力は、両ケースともせん断耐力より応答値が大きくなり、スターラップ鉄筋量を増加させる必要があった。また、せん断力の応答値は、応答震度法が応答変位法より大きくなり、鉄筋増加必要範囲についても、発生せん断力が大きくなる応答震度法の方が必要変更範囲は大きくなった。

応答震度法の応答せん断力が応答変位法よりも大きくなった理由として、本現場は盛土地盤の中にボックスを構築する構造であり、ボックス側面の地震時の地盤応答加速度(変位)が大きいことが考えられる。応答震度法の変形図の一例を図-4に示す。応答変位法は節点毎に設けられたバネを解して地震時断面力を作用させる方法であるが、応答震度法はFEMモデルのセル毎に加速度が与えられる方法なので、周辺地盤の影響も含めてボックスに地震力として作用する。よって、応答加速度が大きくなる盛土地盤内のボックスの耐震照査を実施した場合、周辺地盤の影響を考慮している応答震度法は実挙動が精度よく反映され、その結果、応答値が大きく算出されると考えられる。

また、地盤改良の有無による応答値の傾向について、地盤改良を行っている軟弱地盤上のボックスカルバートの方が、堅固な岩盤で支持されている直接基礎よりも応答値、鉄筋変更範囲が大きくなった。これは、地盤変形は地盤改良に関係なく発生するのに対し、地盤改良を実施している場合は改良した固い地盤を解して地震力が作用するため、常時設計に対する影響が大きくなるためであると考えられる。

4. まとめ

本設計対象構造物のような、現地盤上に盛土して整備するバイパス区間の交差道路ボックスカルバートの耐震設計においては、応答震度法の方が、応答変位法よりも実挙動をより正確に評価でき、適用性に優れることが確認できた。

＜参考文献＞

- 1) 日本道路協会：道路土工 カルバート工指針(平成21年度版)、平成22年3月
- 2) 首都高速道路㈱：トンネル構造物設計要領(開削工法編)、平成20年7月
- 3) 阪神高速道路㈱：開削トンネル耐震設計指針—横断方向の耐震設計—、平成20年11月

表-1 解析結果一覧表(タイプⅡ地震動作用時)

①号		応答変位法		応答震度法		
照査結果	曲げ照査	左側壁下端		曲げ照査	左側壁下端	
		Md(kN・m)	1502.77		Md(kN・m)	1474.94
		ϕ d(1/m)	0.01320		ϕ d(1/m)	0.00589
		ϕ a(a=1.5)	0.02860		ϕ a(a=1.5)	0.02843
		ϕ d / ϕ a	0.46		ϕ d / ϕ a	0.21
		判定	OK		判定	OK
	せん断照査	比率(Md)	1.02	比率(Md)	1.00	
		Vd(I)(kN)	629.70	Vd(I)(kN)	688.33	
		Vyd(kN)	619.304	Vyd(kN)	615.388	
		Vd / Vyd	1.02	Vd / Vyd	1.12	
		判定	NG	判定	NG	
比率(Vd)	0.91	比率(Vd)	1.00			
②号		応答変位法		応答震度法		
照査結果	曲げ照査	左側壁下端		曲げ照査	左側壁下端	
		Md(kN・m)	2609.06		Md(kN・m)	2549.65
		ϕ d(1/m)	0.00134		ϕ d(1/m)	0.00129
		ϕ a(a=1.5)	0.02089		ϕ a(a=1.5)	0.02105
		ϕ d / ϕ a	0.06		ϕ d / ϕ a	0.06
		判定	OK		判定	OK
	せん断照査	比率(Md)	1.02	比率(Md)	1.00	
		Vd(I)(kN)	1131.94	Vd(I)(kN)	1211.37	
		Vyd(kN)	849.665	Vyd(kN)	833.826	
		Vd / Vyd	1.33	Vd / Vyd	1.45	
		判定	NG	判定	NG	
比率(Vd)	0.93	比率(Vd)	1.00			

①号	応答変位法		応答震度法	
	配筋修正方針		配筋修正方針	
②号	応答変位法		応答震度法	
	配筋修正方針		配筋修正方針	

図-3 配筋変更範囲比較図

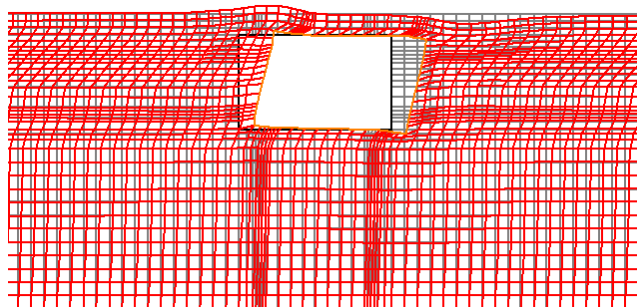


図-4 応答震度法の変形図

