

河川堤体に近接する地中構造物の動的安定性に関する検討

阪神高速道路公団 正会員 浜田信彦 *
 阪神高速道路公団 塚本 学 *
 (株)建設技術研究所 正会員 李 圭太 **

1 検討目的

本検討は、河川堤防に近接した地中道路構造物(RCボックス構造物)の地震時における河川堤防への影響を検討することを目的として、河川堤体地盤～構造物系の非線形時刻歴動的応答解析を行った。

2 検討手法

検討にあたっては、河川計画堤防断面を基本モデルとして道路構造物、基礎地盤を鉛直2次元にモデル化した。使用プログラムは、京都大学防災研究所で作成された7S-IIを用いた。本プログラムは、有限要素法による非線形地震応答解析プログラムであり、材料非線形性(地盤の降伏)、構造非線形性(地盤-構造物間の剥離、滑動)の両非線形性を考慮したものとなっている。

2.1 時刻歴応答解析に用いる外力条件

入力地震動の設定にあたっては、「高規格堤防盛土設計・施工マニュアル」(平成12年3月(財)リバーフロント整備センター)を用いた(図2-1)。この入力地震動の大きさは、円弧すべり安定計算で用いる設計震度、すなわち中規模地震動に相当する。

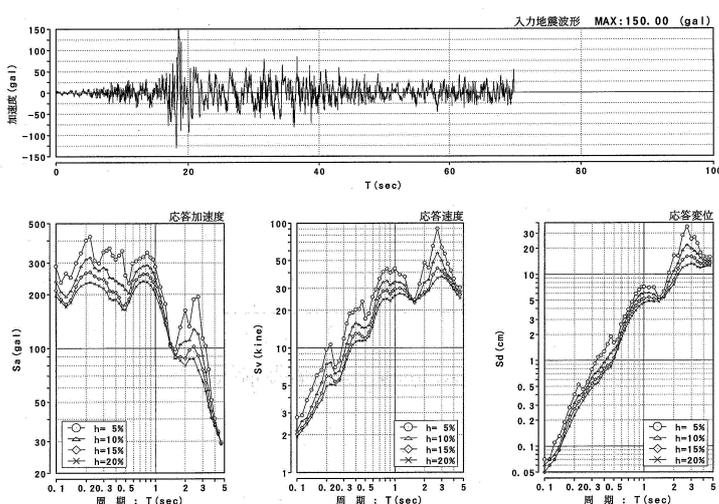


図 2-1 入力地震波形と応答スペクトル

キーワード：動的応答解析、時刻歴応答解析、非線形、河川堤体、地中構造物

連絡先：*) 559-0034 大阪市住之江区南港北 1-14-16 WTC ビル 阪神高速道路公団大阪建設局設計課 Tel:06-6615-7461, Fax:06-6615-7449
 **) 540-0008 大阪市中央区大手前1-2-15 住友生命大手前ビル (株)建設技術研究所大阪支社 Tel: 06-6944-7872, Fax:06-6944-7761

2.2 解析ケースの設定

本解析は、河川堤防だけの場合(Case1)の動的応答性状の把握と道路構造物設置による動的応答性状の変化をみるため、構造物が浅い箇所(Case2)と深い箇所(Case3)について、解析を行った。検討断面を図2-2に示す。構造物下面のAs, Ac層には、深層混合処理を施し、改良率70%の複合地盤として設定した。また、対象断面においては、土の動的特性(PS 検層、動的変形試験、液状化試験等)が把握されている。

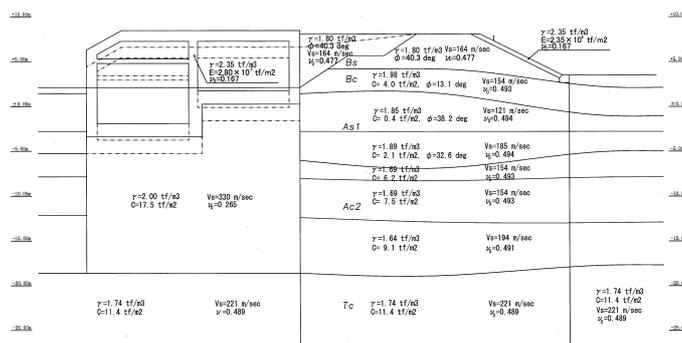


図2-2 検討断面図 (Case1~3)

2.3 解析に適用する非線形特性

本検討で用いる材料非線形特性は弾塑性モデルを用い、降伏応力はモール・クーロンの破壊基準を用いた。また、地盤-構造物間は、Goodmanのジョイント要素を用いるとともに、構造非線形性を考慮した弾塑性モデルとし、降伏応力はモール・クーロンの破壊基準を用いた。

3 動的応答特性の把握

全ケースにおいて卓越する1次の固有周期は、0.60秒程度となっており、道路橋示方書・同解説V耐震設計編による地盤種別ではⅢ種地盤に相当した。

道路構造物の影響に着目すると、堤防のみの断面

(Case1), 浅い断面(Case2), 深い断面(Case3)の順に固有周期は小さくなっている。1~5 次までの振動数(F), 周期(T), 有効質量(XDRN)の算定結果から各ケースで1 次の有効質量が 70%を超えていることから, 1次の固有周期が支配的であることがわかった。

3.1 堤防天端の時刻歴応答の把握

堤防天端付近では 240gal 程度の加速度応答となっており, 入射波の加速度振幅を考えると概ね 1.6 倍に増幅されていることがわかる。道路構造物を設置することにより, 応答は若干ではあるが減少傾向にあり, 道路構造物における影響は小さいと判断できる。

表 3-1 堤防天端の最大応答値

Case	堤防天端(堤内側)		堤防天端(堤外側)	
	加速度(gal)	変位(cm)	加速度(gal)	変位(cm)
1	235	3.2	233	3.2
2	209	2.9	232	3.0
3	227	2.9	233	3.0

3.2 最大応答の深度分布の把握

図 3-1 に堤防中心での最大応答分布, 図 3-2 に堤内地(構造物位置)での最大応答分布を示す。

堤防中心部における最大応答値の分布より, いずれのケースも工学的基盤から堤体天端まではほぼ一定の増幅となっているが, 盛土層では増幅されていないことが確認できる。応答変位に着目すると粘性土層(Ac)で変位応答が増幅しているものの, 沖積砂層から上方はほぼ一定となっている。

一方, 堤内地(構造物位置)における最大応答値の分布については, Case1 で堤体の深度分布とほぼ同様であるが, Case2, 3 は, Ac 層上部の地盤改良部, 構造物の影響が顕著に現れており, 地盤改良部ではほとんど応答の増幅は見られない結果となっている。

3.3 地盤と構造物の剥離

図 3-3 に地盤と構造物の剥離箇所(Case2)を示す。Case2,3 とも同様に, 構造物側面で地盤との剥離が発生する結果となった。一方, 構造物下面は地盤改良を行っているため, ほとんど剥離は発生しない結果となった。これらの結果より, 構造物側面で剥離は最大で 2mm 程度となっており, この程度の剥離であることと, 側

面において多く発生していることから, この剥離は水みちの発生要因となることは考え難く, 道路構造物設置における河川堤防への動的な影響はかなり低いと考えられる。

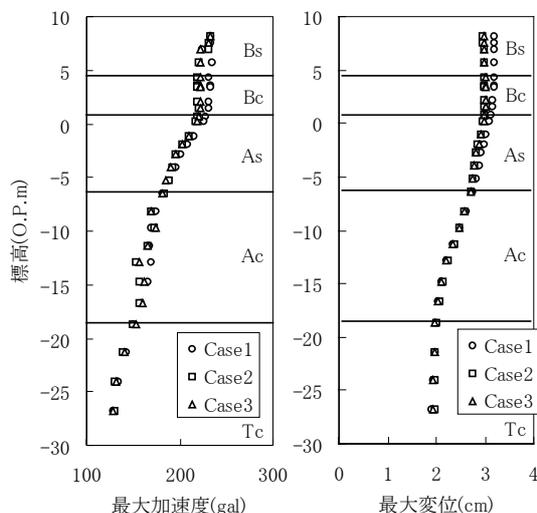


図 3-1 堤防中心部での最大応答分布

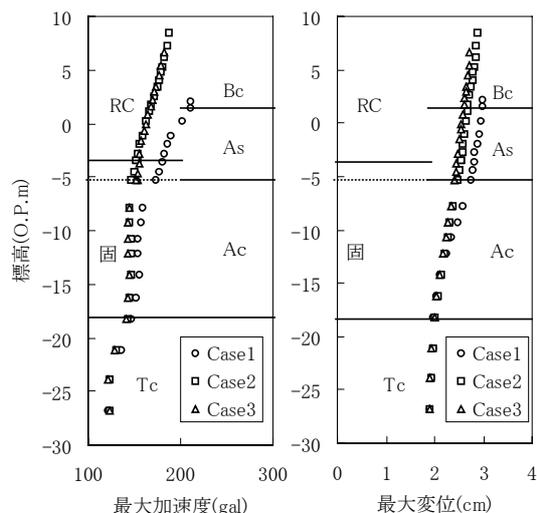


図 3-2 堤内地(構造物位置)での最大応答分布

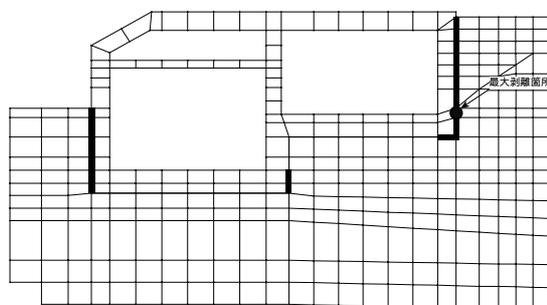


図3-3 地盤と構造物の剥離 (Case2)

参考文献 : 「高規格堤防盛土設計・施工マニュアル」(平成12年3月, (財)リバーフロント整備センター)