

変断面カルバートにおける盛土境界部の沈下形状に関する静的実験

大阪大学大学院 学生会員 ○石澤 佑介
 大阪大学大学院 正会員 常田 賢一
 ヒロセ株式会社 生腹 修
 ヒロセ株式会社 熊田 哲規
 ヒロセ株式会社 渡辺 恵二

1. 目的

地震時には道路盛土とボックスカルバートとの境界部において、段差による通行止めが発生することが多く見られる。しかし、応急復旧や、緊急物資の運搬のためにも緊急車両が通行できなくなることは避けなければならない。そのため、道路盛土とカルバートとの境界部において段差を発生させないための対策が必要である。境界部に不等沈下が発生しても、縦断勾配が急変しなければ、段差は発生せず走行は可能である¹⁾。本研究では、ボックスカルバートの矩形断面に対し、カルバート断面に曲断面(変断面)を持たせた場合の沈下形状に注目し、段差軽減の効果を静的模型実験によって検討した。

2. 実験概要

地震時に盛土のカルバート部に段差が発生する要因として、様々な要因が複合的に関係し、その全てを忠実に実験で再現するのは容易ではない。そこで本研究では、土槽(幅80cm×高さ50cm×奥行き30cm)内に盛土とカルバートの半断面による2次元模型を作成し、カルバート周辺の床を人為的に一定量降下させることにより盛土地表面に変形を発生させた。その際、ボックスカルバート(Case1)、コンスパンカルバート(Case3)、アーチカルバート(Case5)の断面形状を模したケースと、その間を補完する形状のケースについて実験し、縦断線形円滑化の効果を調べた。なお、モデルの縮尺は1:25である。

図1は実験模型の概要図を示している。実験模型は大きく盛土、カルバート、および降下床から構成される。盛土模型には乾燥状態の豊浦砂を使用し、高さ30cmから空中落下法を用いて相対密度45%になるように作製した。盛土高は約220mm、土被りは30mmである。盛土地表面に舗装を模擬した表面の拘束効果を持たせるため、霧吹きを用いて100mlの水を含ませた。各ケースの変断面部を図2に示す。Case1は192.0×275.2mmの矩形形状である。Case2およびCase3の縦壁高はカルバート高の2/3であり、Case4は1/3である。各カルバート模型は木製であり、曲面は厚さ1mm程のベニヤ板を曲げて作成した。またカルバート模型表面に#1000のサンドペーパーを接着させ、一定の摩擦力を持たせた。一次元レーザ変位計を縦断方向に走査させて沈下量を測定し、沈下前と沈下後の鉛直変位の差を沈下量とした。

3. 沈下形状 図3は横軸をカルバートの端部をゼロ、カルバートから離れる方向を(図1における右方向)を正とした際の代表点(-200, -195, …, 95, 100)の鉛直変位差から求めた沈下床を20mm沈下させたときの沈下形状である。

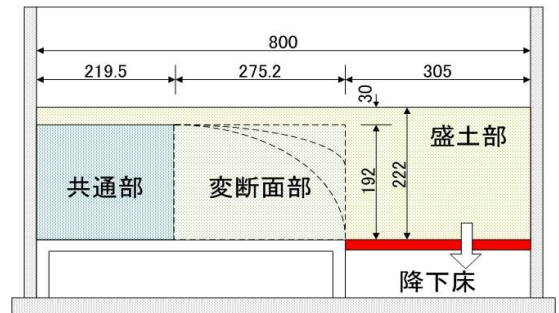


図1 実験模型概要部

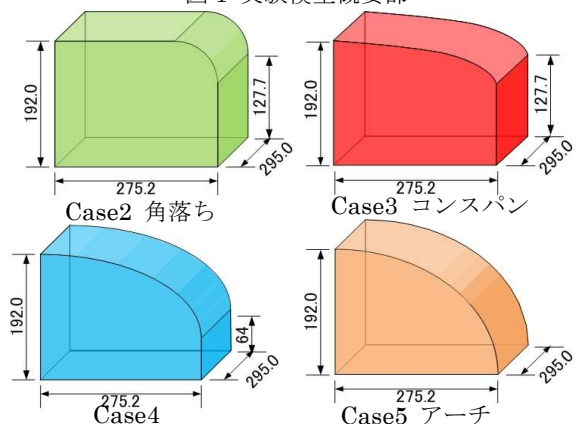


図2 実験ケース変断面部

盛土, カルバート, 模型実験

連絡先 〒565-0871 大阪大学大学院工学研究科地球総合工学専攻 石澤 佑介 TEL06-6877-5111

Case1 がカルバート端部上部で急激に沈下しているのに対し、Case3, 4, 5はカルバート上部から端部からやや離れた範囲にかけて沈下している。これより、変断面をもつカルバートは、縦断線形を円滑にしながら沈下し、段差を軽減することがわかる。

4. 沈下形状の評価法の検討

沈下形状から、その効果を判断することは困難である。そこで沈下形状と車両の形状を考慮した評価をする必要がある。図4は今回用いた車両(SUV)のモデルであり、表1はモデルのパラメータである。SUVは自治体や高速道路会社などで地震時の被害状況の確認調査などに用いられている。

表2は乗上りおよび、乗下りの際に、前、若しくは後のバンパーが地表面と接触するものを赤字で示している。「乗上りの前」は沈下形状の代表点のフロントオーバーハング間隔における最大縦断勾配、「乗上りの後」は車体の傾きの最大値を示している。それぞれアプローチ、デパーチャーアングルより大きいと地表面と接触してしまう。同様に、「乗下りの前」は車体の傾きの最大値、「乗下りの後」は代表点のリアオーバーハング感覚での最大縦断勾配を示している。これよりCase1は段差の上り下りでバンパーが接触することが分かった。

車体底部の接触の有無は、車体底部を前後タイヤ間の地表に近い部分(最低地上高)と定義して、車両の傾きから車体底部の軌跡を求め、その軌跡が沈下形状と交わるかで判断した。図5, 6は模型の縮尺を考慮したCase1, 2の沈下形状と車体底部の軌跡であり、黒の実線で示した車体底部の軌跡が沈下形状の縦断線形と交差しており、実際に走行したら車体底部をぶつけることを示している。他のケースでは、軌跡が縦断線形と交わることはなかった。また、表2よりCase2はバンパーを接触しないものの、車体底部が接触してしまうことを示している。これより、車両が安全に通行できるかは車体底部や、最低地上高を用いて判断することが必要である。

5. まとめ

カルバートの形状を変えることによる道路盛土境界部の段差低減の効果を静的模型実験によって検討した。その結果、コンスパンカルバートやアーチカルバートのような変断面を持つカルバート形状によって急激な沈下が起こらず、段差軽減効果を示すことが分かった。また、車体底部が地面と接触するかを用いて、沈下形状の段差軽減効果を評価できることが分かった。

参考文献

1) 常田賢一他：縦断線形円滑化の視点による道路盛土・横断構造物の段差対策の実験的検証，土木学会地震工学論文集，Vol.28 2007.8

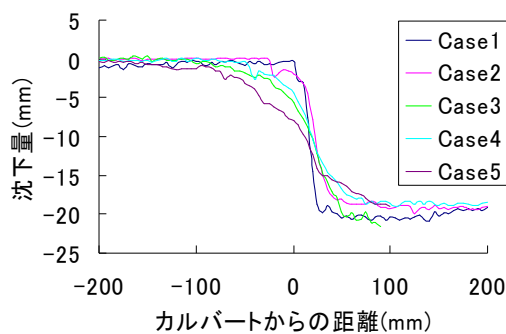


図3 沈下形状

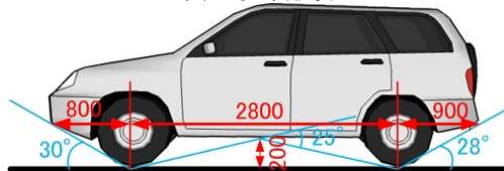


図4 車両モデル(SUV)

表1 車両モデル パラメータ

フロントオーバーハング	800mm
ホイールベース	2800mm
リアオーバーハング	900mm
アプローチアングル	30° =57.7%
ランブブレークアングル	25° =46.6%
デパーチャーアングル	28° =53.2%
最低地上高	200mm

表2 バンパー接触の判断

バンパー	乗上り		乗下り	
	前	後	前	後
Case1	64.9%	18.6%	18.6%	55.6%
Case2	48.3%	17.7%	17.7%	43.7%
Case3	31.3%	17.1%	17.1%	31.3%
Case4	30.1%	15.8%	15.8%	29.0%
Case5	23.5%	15.3%	15.3%	21.1%

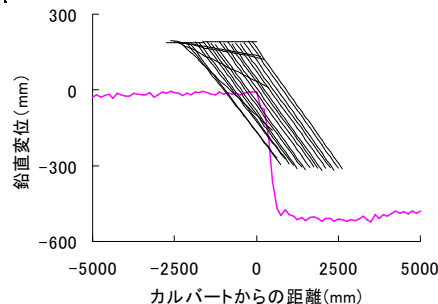


図5 Case1の沈下形状と車体底部の軌跡

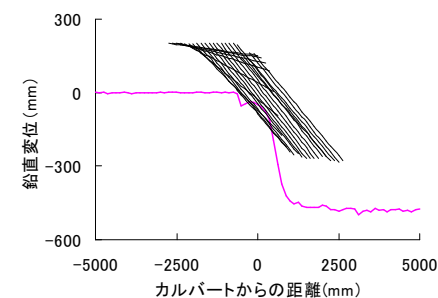


図6 Case2の沈下形状と車体底部の軌跡