

地中構造物周辺における地震時段差対策工法

東京電力㈱ 福島第一原子力発電所
大成建設㈱ 土木設計部

斎藤 覚
正会員 ○廣重 敬嗣 廻田 貴志

1. はじめに

巨大地震発生時、道路を横断する方向に埋設構造物が存在する場所等において、道路地表面に急激な段差が生じる現象が確認されている。これは、埋設構造物が存在することにより、地盤の沈下量が場所により異なることに起因したものである。道路縦断方向に急激な段差が生じると、緊急車両の通行が阻害され、重大な二次災害が引き起こされる可能性がある。そのような災害を防止するため、段差の発生が予測される位置の舗装直下に、回転構造を有する踏掛版を設置しておくといった段差対策工法を立案し、施工を行った。本対策工法により、道路地表面の急激な段差はスロープに変えられ、地震時における車両の確実かつスムーズな通行が確保される。本報は、対策工法の構造および設計手法、施工上の留意点等をまとめたものである。

2. 対策工法の構造

本対策工法の原理および構造を、道路横断方向に埋設構造物(ボックスカルバート)が存在する場合を事例として説明する。対策工の平面図・断面図を図1、図2に示す。

地震時における地表面段差は、緩く堆積した沈下層の厚さが、場所によって異なることで生じると考えられる。道路横断方向に埋設構造物が存在する場所等では、図2に示すように、構造物直上の沈下層厚が周囲の地盤よりも薄くなるため、構造物周辺と構造物直上において段差が生じることとなる。

本対策工法は、踏掛版が段差部を中心に回転し、段差がスロープに変えられ、緊急車両が埋設構造物上を支障なく通行できるようになるといった原理である。その際、埋設構造物の端部直上の段差発生箇所において、構造物側に掛かりをとって踏掛版を設置した。また、想定した段差発生位置を支点として踏掛版が確実に回転するよう、流動化処理土を造成し、埋設構造物直上では沈下が発生しないようにした。

地震慣性力により踏掛版が構造物側の掛かり部より脱落すると機能を発揮しないため、踏掛版を確実に構造物側へ固定する必要がある。本事例では、道路縦断方向に構造物を挟んで設置した踏掛版の間に固定版を設置し、踏掛版と固定版とを図3に示す継手構造(ボルトボックス)により接続する方法を用いた。この時、ボルトボックスにより踏掛版の回転が妨げられないよう、踏掛版側のボルトボックスについてはボルト孔をボルト軸より下方に大きく設け、さらにボルトは締め付けずに余りを確保するものとした。実際に製作したボルトボックスを写真1に示す。

踏掛版と固定版は地表面舗装直下に設置を行う。そのため、ボルトボックスの内部が空洞であると舗装表面に不陸が生じる可能性がある。また、雨水がボルトボックス内に浸入すると鋼材が腐食し、強度や機能を損なうことも考えられる。それらを防止するため、ボルトボックス内はモルタル等によって充填しておく必要がある。その際、踏掛版側のボルト頭部を固定してしまうと、踏掛版の回転の支障となることを考慮し、モルタルの浸入を防ぐために踏掛版側のボルトボックス内には鋼製のU字カバーを設置し、ボルトの可動空間を確保した。

対策を行う幅員については、対象とする緊急車両の幅や道路平面線形などから任意に設定すればよい。本事例においては図1のように幅員約4.5mを確保した。

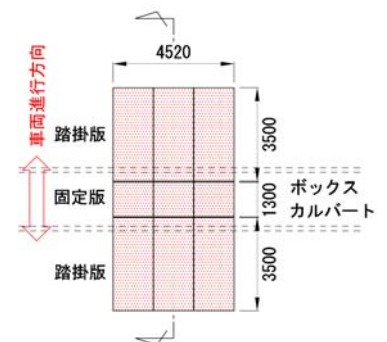


図1 対策部の平面図

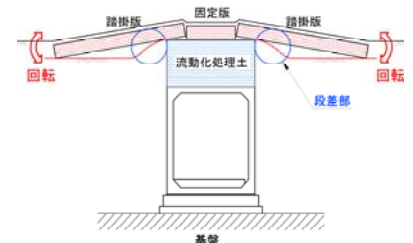


図2 対策部の縦断面図

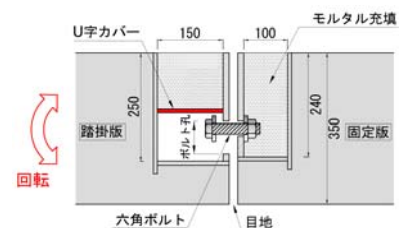


図3 ボルトボックス接続部

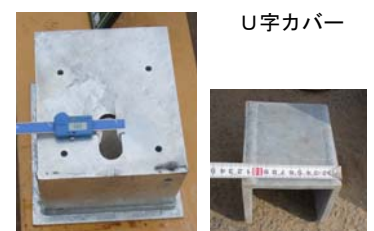


写真1 踏掛版側ボルトボックス

キーワード 不等沈下, 段差対策, 踏掛版

連絡先 〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1 大成建設㈱ 土木設計部 陸上第一設計室 TEL03-5381-5418

3. 対策工法の設計手法

段差発生箇所にジオシンセティックスを布設するなどの対策も考えられるが、その場合は地震発生後における対策部の道路縦断線形（スロープの長さや勾配等）を定量的に評価できない。そのため、車両が対策部を確実に通行可能であることの検討、また最適な対策工仕様の検討が困難である。それに対し、本対策では、発生する段差量に対して踏掛版の長さを任意に設定することで、地震発生後における道路縦断線形は自在にコントロールできるため、車両の通行性検討が可能である。また、踏掛版自体も通常のRC計算による検討から、最適な踏掛版の仕様とすることが可能である。

図4に本対策工法の設計計算フローを示す。設計計算においては、まず埋設構造物周辺についての、「①沈下形態の推定」（図5）を行う。沈下量の推定については解析を用いる詳細な方法、過去の事例より推定した体積ひずみと沈下層厚から簡易に算定する方法などが考えられる。次に、「②所要の縦断線形を満足する踏掛版長さの設定」を行う。その際、踏掛版回転後の道路縦断線形が所要の勾配等を満足する必要がある。図2に示すように版の端部が段差部よりも遠い地点に着地するように版の長さを設定しなければならない。このように求められた道路縦断線形に対し、対象とする車両形状を用いて、「③車両通行性の検討」を行うことで、車両が対策部を確実に通行可能であるかを検討できる。通行性検討では、車体が地面に接触することで通行不能になると考えられるケース（図6）について、道路縦断線形と車体形状を重ね合わせ、車体が地表面に接触しないことを確認するものとする。このように決定された踏掛版形状に対し、車両荷重等の条件を用いて、「④踏掛版の耐力照査」、「⑤継手部の耐力照査」を行う。

以上の検討から、車両の確実かつスムーズな通行を確保し、最適な対策工の仕様を決定することができる。

4. 施工上の留意点

本対策工法の施工実績に基づき、施工時の留意点等を以下に説明する。

隣り合う踏掛版および固定版同士を接続するボルトボックスの位置が相互にずれていると、版を設置・接続するができない。そのため、版の製作の際には、ボルトボックスの取り付け位置と版自体の寸法について高い精度が要求される。本事例においては、写真2に示すように横並びの版を1セットとしてボルトボックスで接続したまま、版を現地と同様の並びとした状態でコンクリートの打設を行った。

次に、版の吊り作業状況を写真3に示す。当該部における対策では、版を設置する際の作業性を向上させるために、版1枚あたりの重量に上限を設け、道路横断方向の版を最適な寸法に分割した。

5. まとめ

地震時において道路表面に生じる段差の対策工法として、車両の通行性および対策工仕様の定量評価が可能である対策を考案し、実際に施工を行った。同様の段差対策について、本報を参考として頂ければ幸いである。

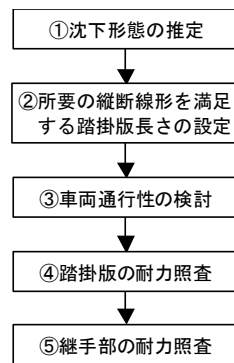


図4 設計計算フロー

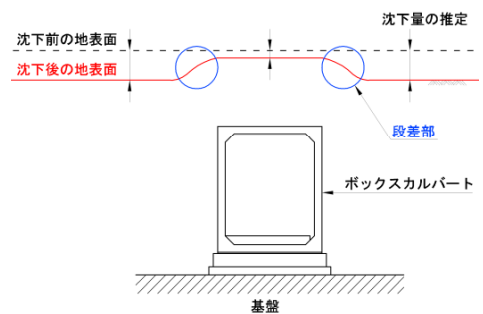


図5 ①沈下形態の推定

ケース①：上り傾斜部進入時



ケース②：上り傾斜部通行時



ケース③：下り傾斜部通行時



図6 車両通行性の検討



写真2 コンクリート打設方法



写真3 踏掛版吊り作業状況