

地すべりなどで変位した構造物と地盤の関係

前橋橋工科大学 フェロー会員 那須 誠

1. まえがき

地震時や平常時の営業時や施工中に地すべり等で構造物が変位することがあり、それらの事例を集めて変位と事例との関係を考察したので以下に報告する。

2. 地すべり等で変位した構造物と地盤の関係

(1) 祭時大橋

2008年岩手・宮城内陸地震(M=7.2)によって国道342号・祭時大橋が落橋した。その様子は図1¹⁾に示すように、橋台や橋脚、橋桁に大きい変位、即ちA1橋台とP1橋脚の移動、P2橋脚の崩壊、主桁座屈、支承破断、床版破壊等が発生した。ここではA1橋台の後方約112mの範囲に引張亀裂として開口した割目が約3~10m間隔で発生し、最大6mの陥没も生じたことが明らかにされ、それらの被害は地震動により破壊された地山(不動地山)がA1橋台とP1橋脚を乗せた状態で、秋田側から一ノ関側に約11m移動したためと考えられた^{1),2)}。

ここで図2¹⁾をよくみると、この地盤(不動地山)は地震時の地山の移動方向に等しい、秋田側から一ノ関側の方向に流れ盤状態で存在している。しかも、地盤は砂岩主体であるが薄い泥岩層を挟んでいると言われており、このような地盤で施工時等に地盤が移動した例が次の(2)に示すように存在している。また、図1のP1橋脚とP2橋脚の基礎をみると単純なフーチングでなく下駄の歯のような形状をしたものが付いている。通例この基礎形式は殆どみられず設計時にはなかったが、施工時に地盤に動く気配が発生したため設計変更して付け加えたこと等が推察される。

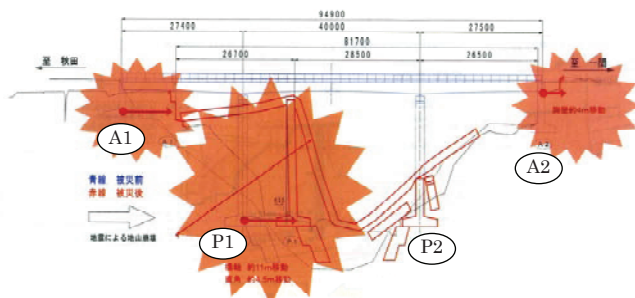
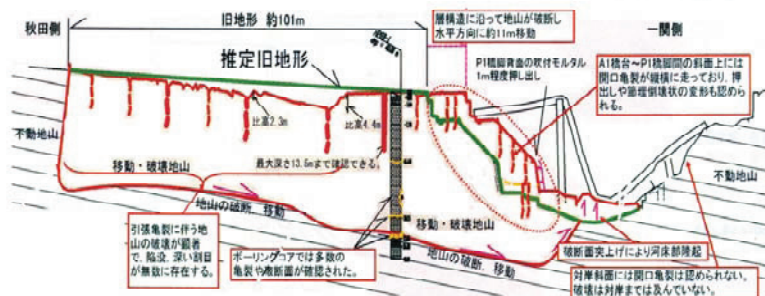
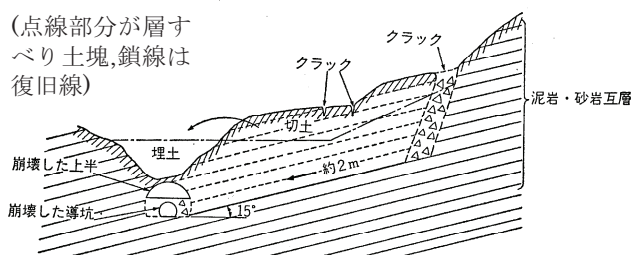
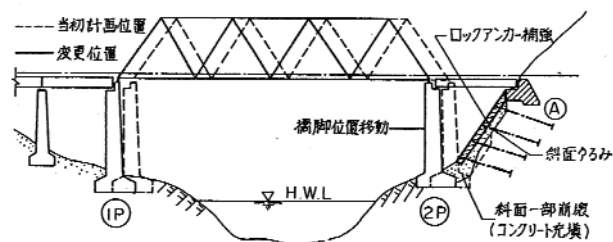
(2) 切山トンネル

東海道新幹線の切山トンネルでは図3に示すように、掘削中に土被りの浅い個所でトンネル上部に層すべりを誘発してトンネルの約60m間が崩壊した。これは古い地すべり土塊(約15°内外の緩い傾斜をもち、透水・滞水砂層と不透水性の泥岩層の互層からなる)が、トンネル掘削により再移動したためと考えられている。なお、すべり土塊上部の掘

削切取りと下部の押え盛土の施工により安定を回復してトンネルを完成させている³⁾。

(3) N橋梁

図4に示すように、V形溪谷につくられたN橋梁の終点側の橋脚2Pが斜面に近寄りすぎて設置されたため根据

図1 祭時大橋の被害状況と基礎¹⁾図2 祭時大橋の地盤状態と躯体と地盤の変形¹⁾図3 切山トンネルの掘削中の層すべりと復旧³⁾図4 根拠りによる斜面の変化とN橋梁の移動⁴⁾

時に斜面の一部が崩壊するとともに、斜面の広い範囲に地割れなどの変状が生じて終点側の橋台Aも変位した。これは橋脚2Pの施工時に斜面に平行な割目をもつ地層の基部を掘削して斜面をゆるませて、斜面に変位を生じさせたため生じたことが考えられた。対策として、図4の実線に示すように、2P橋脚の位置を起点側に約3m移動させるとともに、橋台下面のゆるんだ斜面をロックアンカーにより補強を行った⁴⁾。

(4)龍宮橋

図5に示す龍宮橋(逆ローゼ型鋼橋,1975年10月竣工)は1982年8月の台風10号による集中豪雨の影響で右岸側の地すべりブロック(幅,奥行き,共に約250m)が活動し、伸縮継手及び移動制限装置が損傷し、対策として鋼管杭及びアースアンカー等の地すべり抑止工が施工された。しかし、1989年5月の降雨の影響で左岸側の大規模な岩すべりブロック(幅約600m,奥行き約500m,深さ40~50m)が活動し、橋梁が再度変形してスパンの短縮(約42cm)と橋面の盛り(中央部で約55cm)が発生した。このとき支承部の移動制限装置の破断等が発生した。そのため地すべり対策として地下水排除工を施工するとともに、上路型式の鋼トラス橋で架替えが行われている⁵⁾。

(5)葛川橋梁

葛川橋梁は当初、図6(a)に示すようにV形の軟弱粘性土とピートが堆積した軟弱地盤上の河川に合成桁で架けられた(基礎はRC打込杭で基盤に達する完全支持杭)。完成直後から生じた橋台背面盛土の沈下と橋台の前側への変位が次第に増大して、橋台の胸壁に桁端が接するようになりストラットを設置した(図6(a)の太線)。が、暫らくして始まった橋台の急激な沈下が30cmをこえたため、この橋梁を放棄してスパン60mの鋼トラスが架設された。この橋台変位は地盤が軟弱で基盤も大きく傾斜していたため発生した、盛土荷重による庄密沈下と側方流動によるものと推定されている。なお、橋台の急激な沈下は地盤の側方流動のため図6(b)に示すように杭が折損したためと考えられた⁴⁾。

3.あとがき

以上に述べたように、地震による祭時大橋の被害は平常時の被害箇所と類似の地盤構造(流れ盤)で地すべりによって発生しており、その他の被害も地盤のすべりや側方流動等で発生している。しかも、それらの被害は共通に地盤の不同変位(相対変位)によって発生しており、

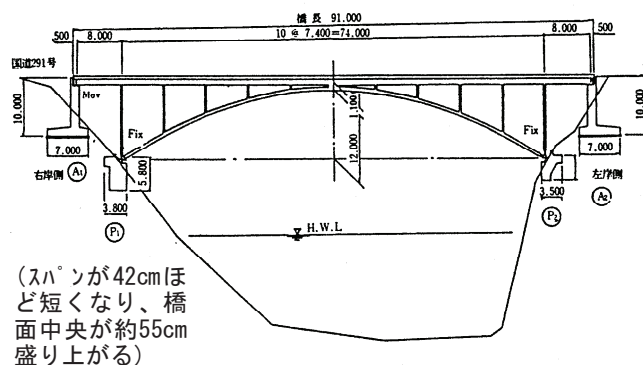
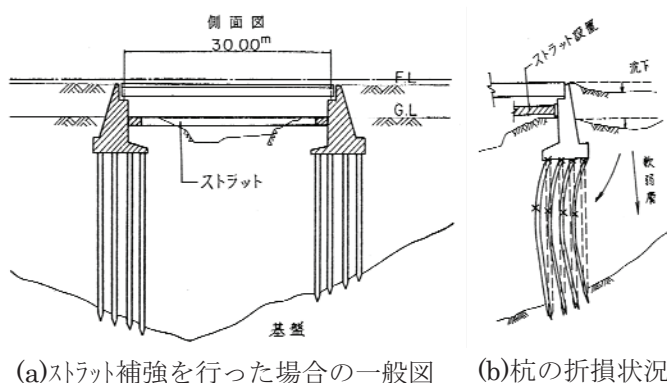


図5 変形した龍宮橋の一般図⁵⁾



(a)ストラット補強を行った場合の一般図 (b)杭の折損状況

図6 建設時に変形した葛川橋梁の一般図⁴⁾

過去に地震被害を受けた殆どの構造物に認められる、いわゆる地盤変位抵抗型構造物⁶⁾の状態被害が発生していることが特徴として挙げられる。終わりに、以上の調査でお世話になった文献の著者、国土交通省の関係者他の方々に厚く御礼を申し上げます。

参考文献

- 1) 岩手県南広域振興局一関総合支局土木部編: 国道342号祭時大橋視察資料(第63回土木学会全国大会, 岩手・宮城内陸地震被害技術調査配布資料), 2008.9.
- 2) 国土交通省緊急災害対策派遣隊(TEC-FORCE)編: 国道342号・祭時(まつるべ)大橋調査報告, 2008.6.18, HOMEPAGE, (080619)maturubeoohashi_houkokusyo.
- 3) 池田俊雄: 分りやすい地盤地質学, 鹿島出版会, pp.141-143, 1986.10.
- 4) 野沢太三, 森重龍馬: 土木構造物の問題点と対策, 1987.2.
- 5) 武井上巳, 大島明: 地すべりにより被災した橋梁の復旧, 土木学会平成2年度関東支部技術研究発表会講演概要集, pp.362-363, 1991.3.
- 6) 那須誠: 地震による被害構造物と無被害構造物の地盤の違い, 土木建設技術シンポジウム 2003 講演論文集, pp.299-306, 2003.7.