

ROCK SLOPE RISK ASSESSMENT PITTSBURGH AIRPORT BUSWAY  
ピッツバーグ空港バス路線に対する岩盤斜面リスク評価

評価の段階: リスク分析, リスクアセスメント, リスクマネジメント

キーワード: Busway, Carboniferous Rocks, Landslide, Pennsylvania, Pittsburgh, Risk Assessment, Rockfall, Rock Slope, Slope Evaluation, Subjective Probability Self-Assessment

概要

岩盤斜面沿いのバス路線設計に対するリスク評価

Ohio 川および Monongahela 川沿いの岩盤急斜面沿いで, 1850 年頃に鉄道路線が敷設された。以後 140 年間しばしば落石などの被害があったようだが, あまり注目されなかったせいか記録はほとんど無い。本論で対象としているバス路線は, 既存の鉄道沿いに建設されるものであり, 定性的評価と定量的評価を併用した。

【地質概要】

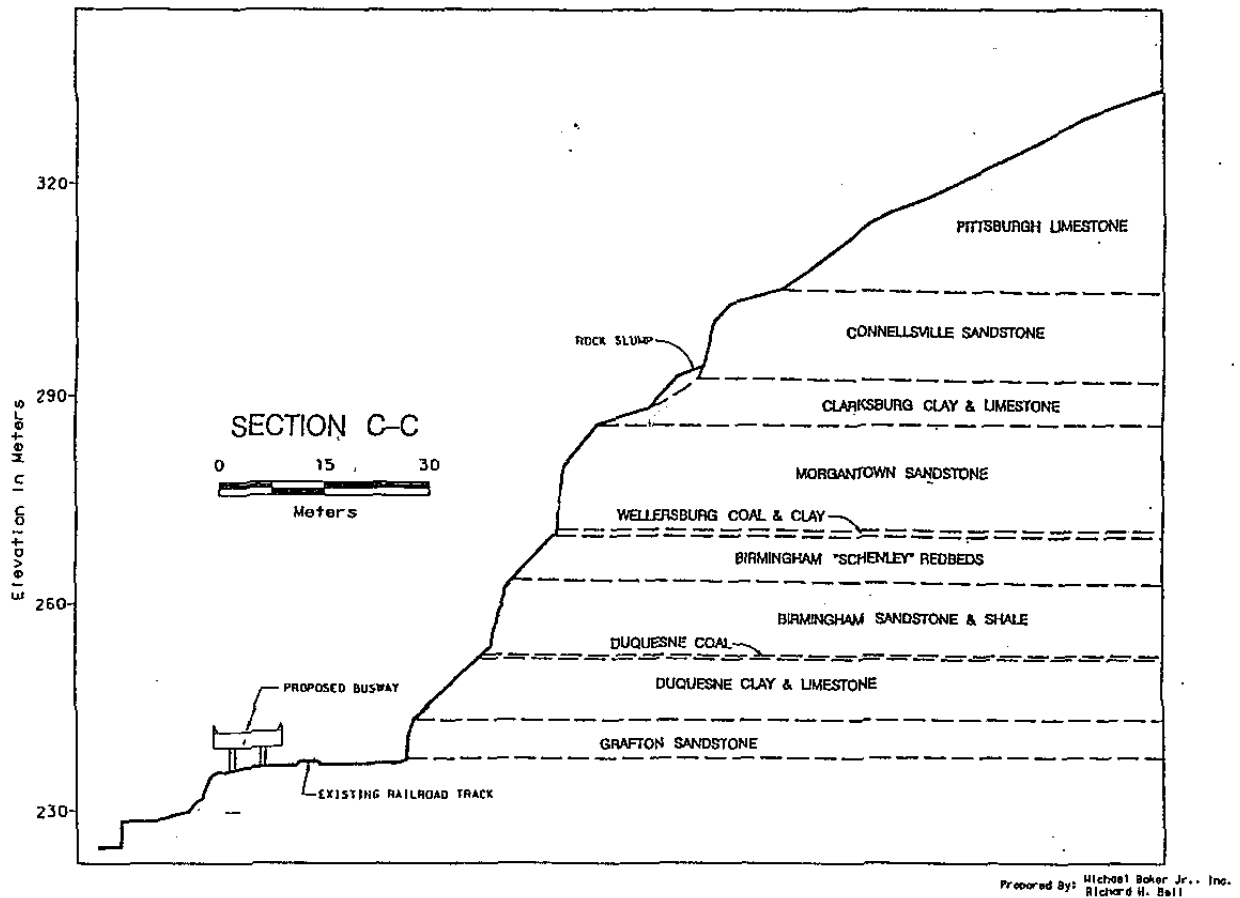


Figure 1 Slope Cross-Section C-C, Zone 4

対象地域はアパラチア台地にあり、地すべりで有名な場所である。地質は石炭紀ペンシルバニア系の、ほぼ水平成層構造をなす堆積岩類で、石灰岩・泥岩・シルト岩・砂岩・頁岩・石炭からなる。落石源としては薄い石灰岩と厚い砂岩が特に重要である。

年間降水量は 930mm で、冬期には降雪および積雪も多く、春先には凍結・融解作用を顕著に被る場所である。なお、地震活動は活発ではない。

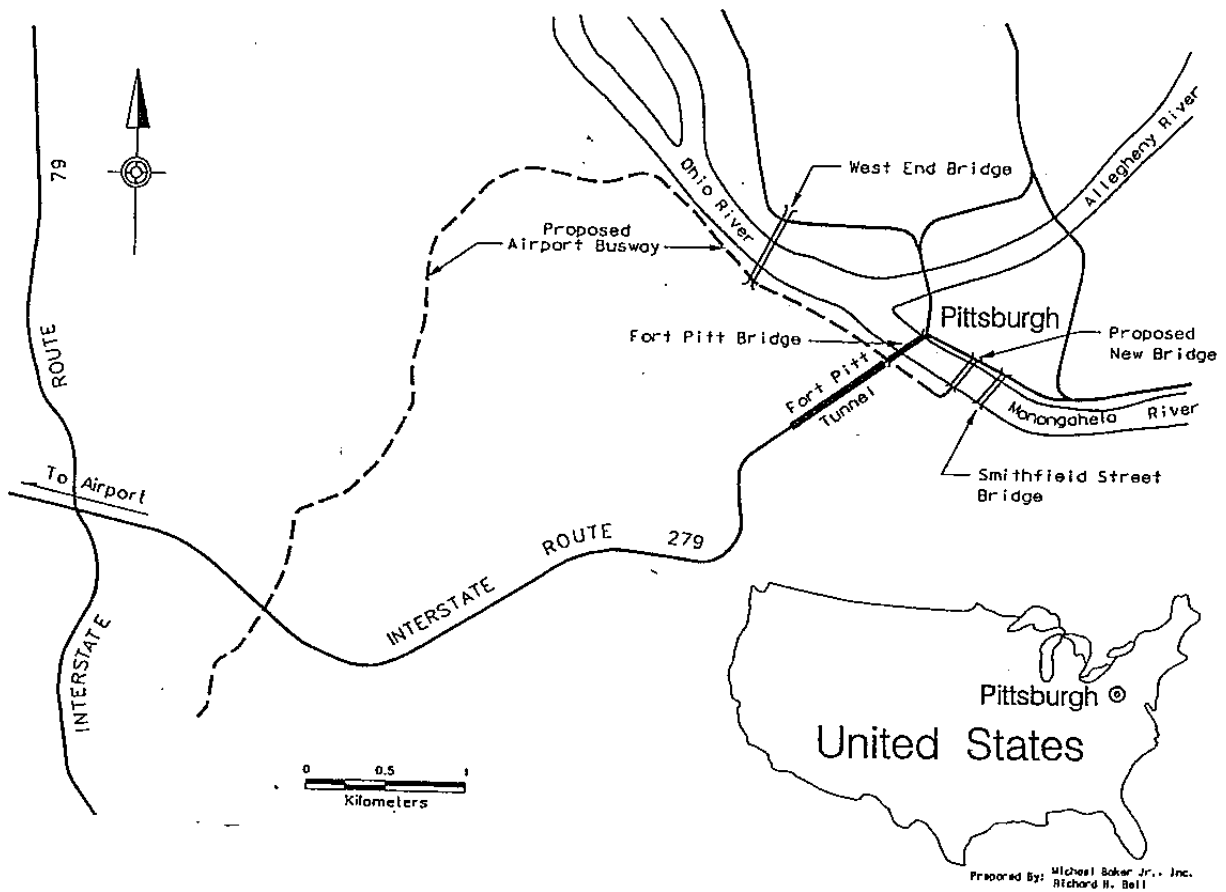
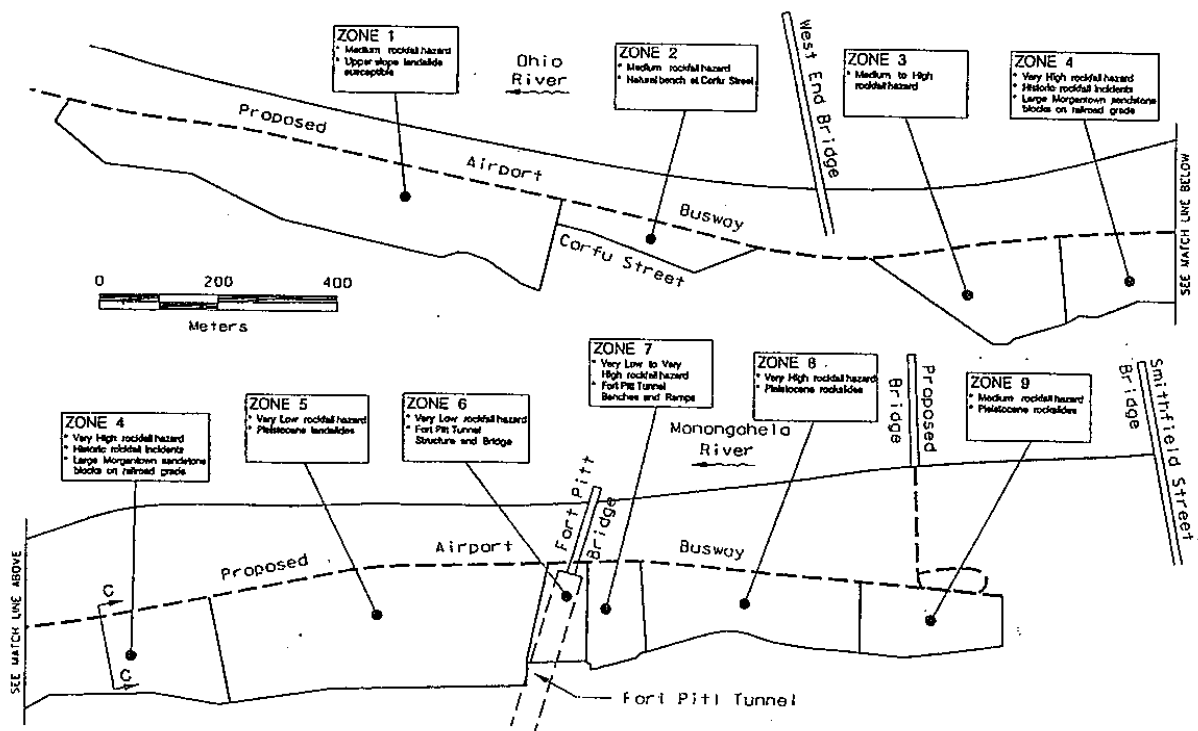


Figure 2 Plan of Proposed Pittsburgh Airport Busway



Prepared By: Michael Baker Jr., Inc.  
Richard H. Bell

Figure 3 Plan with Slope Zones Above Conrail Shelf

#### 【調査手法】

文献，災害記録：過去 140 年間に有用な記録無し(これまでの注目度は低かった)。

地表踏査，空中写真判読 災害タイプによる 9 つのゾーン分け。

斜面崩壊のタイプを以下に区分。

- rockfalls
- rock topples
- lateral rock spreads
- rock slump
- debris slump
- slump-earthflows
- debris slides
- debris flows
- debris avalanches

#### 【定性的リスク評価】

地質学的，工学的な経験的判断を主体とする。

次の 5 つの語彙で，斜面崩壊タイプの可能性を表現

very low

low  
medium  
high  
very high

次の3つの語彙で、社会的影響の大きさを表現

minor 被害無し、崩落土砂は日常パトロールで除去できる  
moderate 軽微な路線への障害、建物や設備への若干の損害、数時間～1・2日間の路線封鎖  
severe 人的被害あり、建物や設備への大きな損害、復旧まで数日以上

### 【定量的リスク評価】

これは確率論的評価であり、問題を多くのパートに分けてイベントツリーを利用して処理する。  
定性的評価とは互いに独立した方法で、入力データの処理方法に違いがあり、両者を併用することにより互いをチェックできる利点がある

路線沿いで発生する、ある特定の災害の発生確率は、以下の(1)～(3)の確率値の積算である。

- (1) そのゾーンにおけるある期間中の、すべての landslides タイプ&規模に対する、あるタイプ&規模の landslides の発生確率
  - (2) 斜面崩壊が発生した場合に、その土石がバス路線にまで到達する確率
  - (3) 土石が路線に達して、被害が発生する確率
- また個々の確率は、現状、対策施工後、の両方において、すべてのゾーン、すべての斜面崩壊タイプに対して決定される。

定量的リスク評価の効能

- 1) 災害軽減策として別の観点から検討された対策についての定量的比較検討ができる
- 2) 橋やカルバートといった標準構造物との定量的比較検討ができる

具体的な作業手順

より管理しやすいモデル作りのために、rockfall と landslide のタイプを下記のようにグルーピング

rockfall	rockfall, rock topple, lateral rock spread
rockshower	multiple small rockfalls, a single large rockfall や rock topple mass から numerous smaller blocks
debris avalanche	debris avalanche, debris slide, debris flow, rockfall/debris flow( $V < 1200\text{m}^3$ )
colluvium slide	rock slump, debris slump, debris slide, slump/earthflow( $V \geq 1200\text{m}^3$ )

各グループで、崩壊の最大規模、最小規模、およびその各々についての発生頻度を評価し、それら各崩壊について土石が路線に到達する確率を評価(原論文に具体的な記述は無し)

#### 対策工に対する評価

ロックボルト・擁壁・切土	発生確率を低減させるが、発生した場合に路線へ到達する確率は変わらない
drop zone・フェンス	上記の逆

9つのゾーンで、すべての崩壊タイプ・規模・頻度を評価(現状と対策後に分けて)

- ・ 発生確率
- ・ 到達確率
- ・ 被害発生確率

使用期間中に災害が発生する確率を算出

= 定性的評価の minor / moderate / severe に調和

#### 【リスク低減策の評価】

定量的なリスク評価には、対策工の効果を定量的に評価できるというメリットがある

- ・ drop zone やフェンスは落石に対する最も経済的な対策であるが、大きな崩落やすべり破壊に対しては効果無し。
- ・ 崩壊タイプによっては、擁壁やボルトは必ずしも効果的な低減策とはならない。場合によっては橋やカルバートといった比較検討も必要で、その際にも有効な手法である。