

IV-104

降雨に対する盛土崩壊防止工の設計基準

J R 東日本 正会員 三上正憲 宮西正人 木村敏実
正会員 小林敬一 平山友保

1. はじめに

東京都心と新国際空港（成田空港）をむすぶ路線はN' EXルートと呼んでおり、国際的に重要な線区として平成3年3月に直通列車が運転を開始した。（図-1）しかし同年9月から10月中旬にかけて発生した長雨、豪雨により東千葉～成田間において、盛土崩壊等の災害をうけ、列車の運転中止が長時間生じ社会的に大きな影響を与えた。そこでN' EXルートを降雨による「列車の運転中止が生じにくい線区」に改良することにした。具体的には安全を重視する考えから、①防災強化工事 ②土砂崩壊検知システム ③運転規制の三つの対策を併用した。これらの対策は平成4年4月に着手し平成6年5月に完了している。

ここでは、これらの対策のうち防災強化工事の盛土崩壊防止工についての設計基準を紹介する。

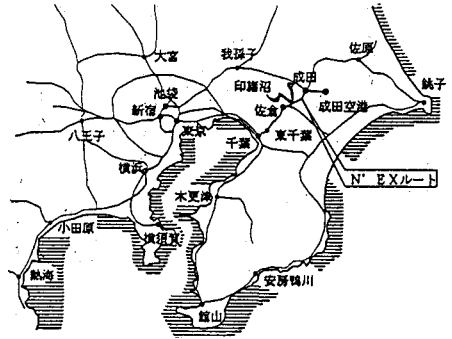


図-1 位置図

2. 平成3年の災害

N' EXルートにおいて、平成3年に発生した災害は12件におよんだ。この災害をもたらした降雨は佐倉において年間降水量2,078mmを記録し、過去11年間の年平均降水量の1.6倍に達した。災害を調査分析した結果主たる原因は、①排水不良 ②盛土の耐降雨強度不足 ③のり面表層の荒廃 ④盛土支持地盤の強度不足（軟弱地盤）であることが判明した。

3. 基本的対策工

基本とする対策工は、前述した災害の調査結果により判明した弱点を改良・補強することに重点をおいて、図-2のとおりとした。これら対策工の選定手順は図-3に示すとおりである。以下にこれらの対策工の設計基準について概要を述べる。

対策種別	施工概略図	対策種別	施工概略図
盛土の耐降雨性強化		のり面の防備	
排水工の整備		基礎破壊の抑制	

図-2 基本的対策工

4. 設計基準の概要

4. 1 盛土の耐降雨性強化

盛土内の間隙水圧が上昇すると崩壊する恐れがある。そこで盛土の安定計算を行い、この結果に基づいて対策工の設置基準を定めた。以下にその手順を示す。

安定計算に用いる土質定数はN' EXルートの崩壊、非崩壊箇所7箇所について試料を採取して、室内試験をした結果、土質・土の締まり具合ともほぼ同程度の結果が得られたため、N' EXルート全線にわたり一率に用いることとした。土の内部摩擦角 ϕ 、粘着力 c は平成3年

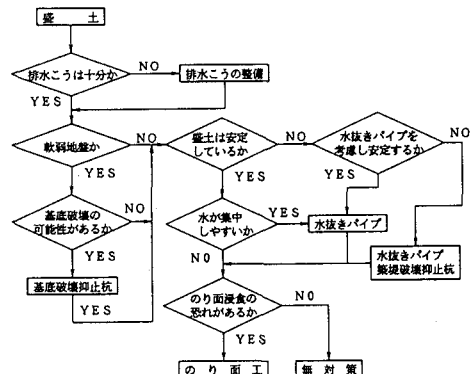


図-3 対策工選定手順

の崩壊箇所2箇所をモデルにして逆算法により決定した。具体的には篠木らの考え¹⁾に基づき求めている。

すなわち、崩壊箇所の滑り面において安全率1.0として、 c 、 ϕ を逆算すると図-4に示す結果が得られた。この線上から表-1に示す5ケースの c 、 ϕ を仮定した。この c 、 ϕ を実際の滑り面と5ケースの仮定滑り面により安全率を求めた。計算した結果は図-5に示したとおりであり、実際の崩壊を説明する定数は、 $c=0.56\text{tf/m}^2$ 、 $\phi=25^\circ$ あることが判った。同じ手順で他の崩壊箇所についても計算を行ったところ同様の数値が得られた。なお、試験結果から土質はシルト質砂(SM)湿潤重量は 1.8tf/m^2 、飽和重量は 1.9tf/m^2 とした。また、安定計算を行う際の地下水位の高さは、安全を考慮して地表面から0.5m下がった位置とした。これらの数値を用いて安定計算を行い、安全率1.2を下回る場合は水抜きパイプを施工して水位を下げるものとした。下げた水位によっても安全率1.2を確保できない場合は築堤破壊防止杭を打設する（図-6）ことを標準とする表-2に示す設置基準を定めた。

4. 2 その他の設計基準

1) 盛土崩壊は主に雨水のり面集中流下と地中への浸透による間隙水圧上昇が要因となって発生する。この雨水を排除する排水こうの整備は最重要対策として実施した。

2) N' EXルート全線にわたり調査した結果のり面が著しく荒廃していたため、盛土高さ3m以上は格子砕工等で防護することとした。

3) 平成3年のN' EXルートの災害では、軟弱地盤上の盛土において基底破壊が1件発生した。そこで全線にわたり類似箇所を中心に地質調査と安定計算を行ない、安全率1.25に満たない場合は基底破壊抑止杭を打設した。

5. おわりに

N' EXルートの雨に弱い区間約30kmにわたり、2年2箇月の工期で防災強化対策を実施した。このように一線区に集中投資をしたことは過去に例をみない。

今回紹介した設計基準は盛土等の安定について解明されていないことが多いのため、かなり安全側に設定した。今後は防災強化工事の効果を定量的に判断できるよう、水抜きパイプの効果等を追跡調査する予定である。

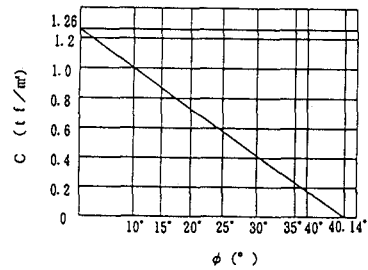


図-4 逆算法による c 、 ϕ の関係

表-1 c 、 ϕ 組合せケース

case	ϕ , C 摩擦角 ϕ (°) 粘着力 C (tf/m ²)
A	15.0 0.86
B	20.0 0.72
C	25.0 0.56
D	30.0 0.40
E	35.0 0.21

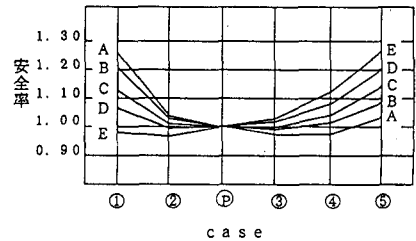


図-5 ケース別 c ・ ϕ と安全率の関係

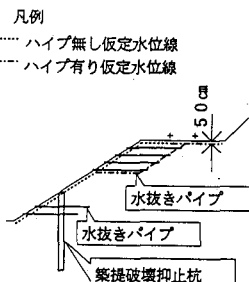


図-6 築堤破壊防止杭

表-2 盛土強化対策設置基準

対 策 種 別	の り 勾 配	
	1 : 1.5	1 : 1.8
水抜きパイプ打設 4段	2.7m<のり高 < 3.6m	3.3m<のり高 < 4.3m
水抜きパイプ打設 6段	3.6m<のり高 < 5.0m	4.3m<のり高 < 6.0m
水抜きパイプ打設 6段 築堤破壊抑止杭打設	5.0m<のり高	6.0m<のり高