

(Ⅲ-8) 青森空港における残留沈下対策

青森県土木部
日本工営(株)

小田部 幸夫
下村 幸男
鶴山 直義
石黒 昌信

1. まえがき

昭和62年7月19日に開港した新青森空港(第1期計画:滑走路長2000m、昭和56~62年度)は標高200m前後の丘陵地に建設され、4本の谷と尾根の切盛による最大盛土高40m、切盛土量1500万m³を容する山岳空港である。¹⁾当地区は、八甲田、十和田、岩木の各火山を噴出源とする火山灰流と降下火山灰が年代順に互層を成した地層を構成している。この報告は、火山灰質粘性土による高盛土上に構築された滑走路の残留沈下を抑制するために盛土の一次圧密のみならず二次圧密も先取りしたプレロードの設計とその成果の一部を紹介するものである。

2. 土質上の特徴と問題点

盛土材料の全てが一般にローム、シラスと称される土工上問題点の多い特殊土であった。土質定数の概要を表-1に示したが、盛土材料の約7割が高含水比火山灰質粘性土(ローム)に属する降下火山灰A及びBであった。これらの土は地山状態では比較的強い強度を示すが、盛土材として攪乱すると極端に軟弱化する特徴がある。そのため、盛土工事では施工機械のトラフィカビリティーを確保することが重要な課題となり、盛土内には5m間隔で厚さ30cmの碎石による水平ドレーンを数設することとしたが、盛土造成後の残留沈下は避け得ないこととなり、路面の平坦性が要求される滑走路、誘導路及びエプロン部では沈下抑止対策が重要となった。

表-1 土質定数の概要

土質名	符号	色票	土質分類	層厚m (代表値)	N値	横断方向 圧縮率(%)	土粒子比	乾燥密度 t/m ³	自然含水比 (%)	液性含水比 (%)	液性限界 (%)	塑性指数	粘性指数
降下火山灰A	A	灰褐色	火山灰質粘性土	2.1~4.6 (1.3~4.7)	1~11 (5) (170)	44~99 (89) (138)	2.63~2.90 (2.73) (4.47)	0.682~1.179 (0.894) (1.131)	34~109 (66) (199)	36~53 (44) (51)	56~132 (88) (155)	15~79 (48) (155)	0~28 (10.5) (1)
降下火山灰B	B	灰褐色	火山灰質粘性土	3.8~6.9 (1.5~6)	2~12 (5) (121)	61~94 (83) (156)	2.68~2.89 (2.77) (5.64)	0.510~0.853 (0.708) (1.18)	45~157 (99) (160)	69~75 (71) (131)	66~182 (116) (89)	7~91 (50) (89)	0~39 (0.89) (1)
上 部 層	IV*	灰褐色	砂質土	0.5~4 (1.5~2.5)	1~12 (6) (142)	27~65 (40) (28)	2.63~2.86 (2.73) (2.87)	0.703~1.139 (0.852) (1.23)	46~132 (78) (151)	51~73 (58) (6)	46~144 (81) (126)	5~26 (16) (26)	-0.3~2.2 (0.98) (1)
中 部 層	III	灰褐色	砂質土	0~20 (9) (144)	0~20 (9) (144)	22~58 (40) (158)	2.60~2.87 (2.70) (5.8)	18~90 (39) (125)	17~50 (30) (42)	26~48 (32) (10)	22~99 (47) (142)	8~54 (16) (142)	-0.7~2.6 (0.63) (1)
下部層	II	灰褐色	砂質土	4~19以上	21~50 (33) (195)	18~36 (30) (19)	2.59~2.75 (2.65) (1.9)	1.028~1.578 (1.370) (1.71)	17~50 (30) (42)	26~48 (32) (10)	22~99 (47) (142)	8~54 (16) (142)	-0.7~2.6 (0.63) (1)
最下部層	I	灰褐色	砂質土	50以上	50以上	22~26 (24) (14)			20~42 (28) (11)				
最下部層	I	灰褐色	砂質土	50以上	50以上				19~37 (26) (26)				

3. プレロード工法の採用

当空港における沈下抑止対策としては、①プレロード工法は設計荷重以上の荷重を予め盛土に与えるため、構造物の完成後の沈下を抑止する手段としては力学的に合理的な方法である。②工程的には工事休止期間(約6ヶ月)をプレロードの放置期間とすることができ、寒冷地という地域性のハンディを逆に活用できる。③プレロードの盛土は、次年度の着陸帯等の盛土材として流用できるため、経済的にも優れている等の理由から、プレロード工法を採用した。

4. 沈下量の予測とプレロードの設計²⁾³⁾

残留沈下の予測に考慮するのは盛土の一次圧密と二次圧密とした。一次圧密については盛土の漸増と自重を理論的に扱う三笠の圧密理論を用いたが、図-1に示すように概ね計算値と実測値は一致していた。しかし、二次圧密に関しては未だ不明点が多い実状のため、正規圧密領域と過圧密領域の長期圧密実験を実施して二次圧密特性を調べた。ここでは、圧縮ヒズミが時間の対数に比例する(勾配を二次圧密係数C_αとする)経験則を用いることとした。試験により二次圧密係数は以下の特性をもっていることが分かった。

① $C\alpha$ は圧密圧力と排水長の増大に伴って大きくなる（図-2参照）。②（プレロード荷重/設計荷重）が1程度では $C\alpha$ の低減はなく、2程度では $C\alpha$ は約60%に低減する（図-3参照）。③プレロードの載荷期間が $C\alpha$ に与える影響は、4~12ヶ月ではほとんど同じであった（図-4参照）。尚、載荷期間4ヶ月における圧密度は約95%に相当する。

沈下の予測やプレロードの設計に際しては、盛土高と一次圧密沈下量の関係、開港後10年後の二次圧密沈下量と盛土高の関係を盛土の施工パターンや二次圧密係数をパラメータにしてノモグラム化して利用した。必要プレロード高さの求め方は滑走路や誘導路の勾配規準と予測沈下量の差に応じて許容値以内に開港後10年間の残留沈下を取めることを目標とした。また、一次圧密の終了は試験盛土の実測沈下から盛立完了後240日とした。

5. プレロード効果の確認と舗装完成後の沈下

プレロード撤去後の盛土の圧密降伏応力とプレロード荷重を含めた土盛り圧を比較した図-5によると、プレロード荷重はほぼ盛土体の有効圧力の増加に作用していることが認められた。また、舗装完成後も二次圧密沈下が継続すると思われるが、昭和61年12月を起点とする月1回の観測結果（図-6参照）によると、

約11ヶ月間の沈下量は最大で約1cm程度に収まっている。これらのデータのみでは二次圧密係数の推定は困難であるが、盛土内に設置した（舗装部以外）のクロスアーム式沈下計による二次圧密係数は設計二次圧密係数とほぼ符合していた。

6. あとがき

これまでロームによる盛土の圧密沈下については、盛土が厳密には不飽和であることや、人為作用が加わった盛土であるため圧密理論の適用が難しいとされてきたが、今回の経験によると、沈下に関わる種々の要因を考慮すれば圧密理論によっても実用的には十分な精度で予測できるものと思われる。また、設計に際して種々のノモグラムを作製して利用したが、この方法は設計作業を助けるだけでなく、計画の変更に対しても応用できるため、施工管理（沈下管理）の一手法になり得ると思われる。尚、プレロードによる二次圧密係数の低減を設計に応用したケースは今回が初めてと思われるが、この手法は一般の軟弱地盤に対しても応用可能と思われ、今後他の種類の土に対しても研究を続けたいと考えている。

<参考文献>

- 1) 高見之孝：高含水比の火山灰質粘性土による試験盛土の解析、土と基礎、Vol.33, No.8, 1985
- 2) 熊谷・高松・大坂：新青森空港の滑走路の基礎地盤のプレロードによる沈下抑制、第22回土質工学研究発表会、1987
- 3) 原・伊藤：新青森空港における高盛土の設計・施工、第7回東北支部研究討論会、1987

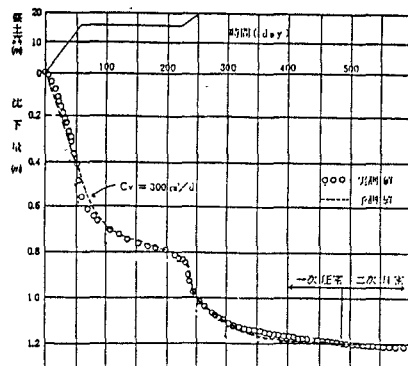


図-1 A材盛土の沈下のシミュレーション

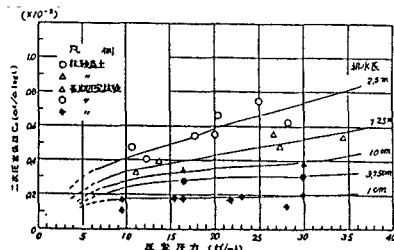


図-2 二次圧密係数に対する圧密圧力の影響

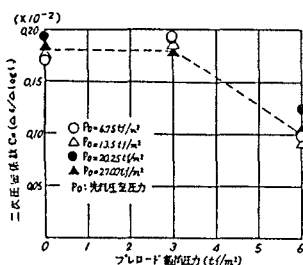


図-3 プレロード荷重と二次圧密係数の関係

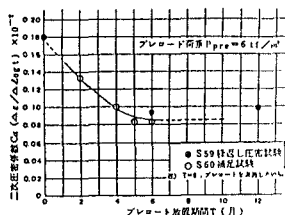


図-4 プレロードの載荷期間と二次圧密係数の関係

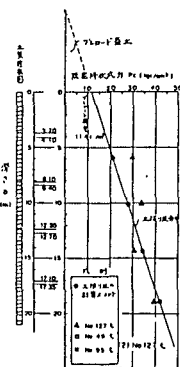


図-5 プレロード撤去後の圧密降伏圧

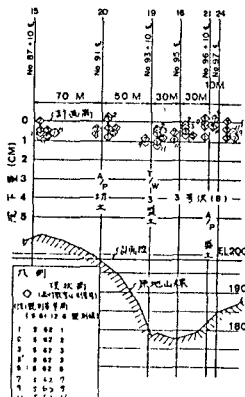


図-6 完成舗装表面の沈下観測結果