

## NGHIÊN CỨU GIẢI PHÁP XỬ LÝ SẠT TRƯỢT MÁI HỒ CHỨA Bùn ĐỎ SỐ 2 - NHÀ MÁY SẢN XUẤT ALUMIN NHÂN CƠ

Ngô Anh Quân, Nguyễn Tiếp Tân

Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam

**Tóm tắt:** Hồ chứa bùn đỏ số 2 thuộc tổ hợp nhà máy sản xuất Alumin Nhân Cơ nằm ở huyện Đắk Rlấp, tỉnh Đắk Nông đã hoàn thành năm 2015, trong quá trình vận hành do chưa thực hiện chứa chất thải (hồ dự phòng) nên đã xảy ra hiện tượng sạt trượt mái với chiều dài khoảng 335m. Việc nghiên cứu xử lý mực nước ngầm trên mái hồ ở các trường hợp vận hành khác nhau của hồ chưa thực sự triệt để, khiến cho khu vực này mất ổn định và diễn biến ngày càng phức tạp sau mỗi mùa mưa. Các giải pháp thiết kế tiêu nước mặt, nước ngầm, bảo vệ mái HDPE, các kết cấu lọc thu nước ngầm, ... đã được đề xuất. Bài báo tổng hợp các diễn biến chính trong nghiên cứu, xử lý sạt trượt mái hồ và đánh giá hiệu quả của các giải pháp đã được nghiên cứu áp dụng.

**Từ khóa:** Sạt lở; tiêu thoát nước; ống lọc; đất bùn cứng hóa.

**Summary:** Red mud reservoir, cavity 2, belonging to Nhan Co Alumin factory complex located in Dak Rlap district, Dak Nong province, was completed in 2015, during operation because waste storage has not been implemented (backup reservoir), so there was a landslide phenomenon with a length of about 335m. The research and treatment of underground water level on the roof of the lake in different operating cases of the lake is not really thorough, making this area unstable and becoming more complicated after each rainy season. Design solutions to drain surface water, groundwater, protect HDPE roofs, filter structures to collect groundwater, etc. have been proposed. The article summarizes the main developments in the research and treatment of lake slope erosion and evaluates the effectiveness of the solutions that have been studied and applied.

**Keywords:** Landslide; drainage; filter tube; hardened mud.

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nhà máy sản xuất Alumin Nhân Cơ thuộc huyện Đắk Rlấp, tỉnh Đắk Nông do Tập đoàn công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam làm chủ đầu tư. Đơn vị tư vấn thiết kế là Công ty TNHH công trình quốc tế ngành nhôm Trung Quốc (CHALIECO). Công trình được khởi công xây dựng từ năm 2010 và dự kiến chạy thử dây chuyền sản xuất Alumin vào quý I năm 2016.

Hạng mục công trình hồ bùn đỏ là một phần của dự án Nhà máy sản xuất Alumin Nhân Cơ.

Trong giai đoạn 1, Nhà máy Alumin Nhân Cơ có quy mô sản xuất 650.000 tấn Alumin/năm. Hàng năm, Nhà máy thải ra 596.000 tấn bùn đỏ khô và 44.000 tấn cát (ướt). Hồ bùn đỏ có nhiệm vụ tiếp nhận và chôn lấp an toàn lượng chất thải này.

Theo quy hoạch, hệ thống hồ bùn đỏ của Nhà máy sản xuất Alumin Nhân Cơ bao gồm 6 hồ; chất thải bùn đỏ sẽ được lấp đầy các hồ từ số 1 đến số 6 trong tổng thời gian làm việc là 33,8 năm. Việc thiết kế xây dựng trong giai đoạn 1 được áp dụng cho hồ số 1 và hồ số 2.

Mái bờ hồ số 1 và số 2 đã được thi công theo các thông số kỹ thuật đã được phê duyệt, hoàn thành

Ngày nhận bài: 07/3/2023

Ngày thông qua phản biện: 22/3/2023

Ngày duyệt đăng: 06/4/2023

việc lắp đặt hệ thống thoát nước ngầm ở đáy hồ, hệ thống thu nước xút, thu và thoát nước mưa,

hệ thống chống thấm lòng hồ và bờ hồ, mương thoát lũ ngoại vi, đường quản lý, hàng rào.

**Bảng 1: Thông số kỹ thuật hồ số 1, 2 hồ bùn đỏ Nhân Cơ**

Hồ số	Diện tích mặt hồ (ha)	Cao độ đỉnh đập (m)	Cao độ đáy đập (m)	H <sub>a</sub> (m)	V hồ (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	Thời gian phục vụ (năm)
1	26,5	646,0	618,0	28,0	1,930	3,72
2	30,5	645,0	615,0	30,0	3,044	5,86

(Theo Quyết định số 182/QĐ-VNAP-PMU ngày 02/7/2015 về việc phê duyệt điều chỉnh bổ sung TKBVTC hạng mục công trình Hồ bùn đỏ thuộc dự án Nhà máy sản xuất alumin Nhân Cơ.)

Tuy nhiên trong mùa mưa 2015, do mưa lớn và kéo dài đã dẫn đến sạt trượt mái bờ trên một số khu vực của số hồ số 1 và số 2, cụ thể:

- Vị trí 1: tại bờ khoang hồ số 1 xảy ra sụt lún đoạn mái m = 6,0 từ cao trình 638,5m đến 646,0m.

- Vị trí 2: cũng tại bờ khoang hồ số 1, phía đối diện với vị trí 1. Tại đây hình thành một cung trượt lớn làm sụt lún mái bờ, kéo theo sụt lún mương thoát lũ ngoại vi, đường giao thông và tường rào trong phạm vi dài 238,0m từ K0+834m đến K1+72m.

- Vị trí 3: tại bờ khoang hồ số 2, xuất hiện khe nứt từ cọc K0+890m đến K1+82m, chiều dài 192 m, làm sụt lún mái bờ hồ (phần tên cao) kéo theo sụt lún mương thoát lũ ngoại vi và đường giao thông trên chiều dài 70 m từ cọc K1+12 đến K1+82m.

Các vị trí sạt trên khu vực hồ số 1 đã được xử lý đào bạt mái dốc đảm bảo ổn định và có giải pháp thoát nước ngầm trong mái hồ qua lớp vải chống thấm HDPE và đã đi vào vận hành sử dụng an toàn cho đến nay.

Tuy nhiên, do hồ số 2 vẫn chưa đi vào vận hành đến năm 2017 mái hồ số 2 xảy ra hiện tượng sạt trượt mái hồ ở các vị trí trên mái hồ và trên mái đồi tự nhiên, phạm vi sạt trượt dài hơn 335,0m, chủ yếu tập trung tại vị trí có mái ta luy dương nằm ngoài phạm vi nhà máy.



Hình 1: Mái hồ bùn đỏ  
(Ảnh chụp tháng 02 năm 2019)

## 2. PHÂN TÍCH NGUYÊN NHÂN

### 2.1. Nguyên nhân về mặt địa chất công trình

Đất mái bờ hồ số 2 tại các vị trí sạt trượt đều là các loại đất từ á sét đến sét, tức thành phần hạt sét cao, trị số góc ma sát trong từ trung bình đến thấp. Đặc biệt, ở các lớp 3a, 3b, có xen kẽ thành phần cao lanh tạo thành các vỉa màu xám trắng phân bố liên tục. Đặc điểm của đất cao lanh là có tính trương nở mạnh khi bão hòa nước, và các chỉ tiêu chống trượt giảm rất nhanh ở trạng thái bão hòa nước.

Các thí nghiệm trong phòng ở Phòng thí nghiệm Địa kỹ thuật của trường Đại học thủy lợi đối với các loại đất yếu (có thành phần sét và bùn sét cao) cho thấy chỉ tiêu chống cắt khi bão hòa nước giảm xuống còn (60-70) % so với trạng thái đất tự nhiên. Riêng đất có chứa thành phần cao lanh thì khi bão hòa nước, mức độ suy giảm

chỉ tiêu chống cát sẽ nhiều hơn, trị số còn lại chỉ bằng (40-50)% so với đất ở độ ẩm tự nhiên.

Như vậy, về mặt địa chất của đất trên mái, sự suy giảm trị số các chỉ tiêu chống cát khi độ ẩm tăng lên, đặc biệt là khi đất bão hòa nước là không tránh khỏi.

Về xử lý trong thiết kế, hệ số mái dốc tại các vị trí này đã được chọn khá thoải. Tuy nhiên trong tính toán ổn định mái chỉ áp dụng các chỉ tiêu chống cát của đất ở trạng thái tự nhiên, còn trị số này ở trạng thái bão hòa nước thì lấy theo kinh nghiệm; đối với loại đất á sét thông thường, mức độ suy giảm chỉ tiêu chống trượt khi bão hòa nước khoảng 30%. Chưa có những nghiên cứu đủ tin cậy để ấn định trị số của chỉ tiêu chống trượt của đất bão hòa nước ở khu vực này.

## 2.2. Nguyên nhân về địa chất thủy văn

Hồ bùn đỏ được xây dựng trên vị trí của các con suối, là khu vực tự thủy tự nhiên. Khi xây dựng hồ bùn đỏ đã bố trí hệ thống mương tách

lũ ngoại vi để nước mặt ở lưu vực xung quanh không chảy vào hồ. Còn nước ngầm thì không thể ngăn được. Do đó, về mùa mưa, phần nước mưa trong lưu vực của khoang hồ ngấm xuống lòng đất sẽ bổ sung cho dòng nước ngầm chảy về lòng hồ, làm dâng cao đường bão hòa phía dưới mái bờ. Đây cũng là yếu tố làm giảm khả năng chống trượt của mái bờ hồ.

Nguồn nước ngầm tại vị trí mái bị sạt :

- Về mùa khô: Lượng nước được cung cấp từ mưa rất ít nên mực nước ngầm thấp. Trong Báo cáo địa chất, cao trình mực nước ngầm được xác định khi khoan khảo sát trong tháng 5 năm 2019 như bảng 2

- Về mùa mưa: Lượng nước mặt được cung cấp dồi dào nên mực nước ngầm trong mái dâng cao. Số liệu đo mực nước ngầm tại giếng quan trắc gần khu vực sạt trượt số 3 và 4 cho thấy mực nước ngầm cách mặt đất từ 8,0 đến 10,0m, tức cao hơn cao trình đáy hồ tại đây từ 10,0 đến 12,0m.

**Bảng 2: Mực nước ngầm trên mái hồ khoang số 1, 2 hồ bùn đỏ Nhân Cơ**

TT	Tên hố khoan	Cao độ đỉnh hố khoan	Chiều sâu mực nước tĩnh (m)	Cao trình MN ngầm khi khoan
1	HK2-1	644.97	19.7	625.27
2	HK2-2	656.24	25.0	631.24
3	HK2-3	665.37	18.0	647.37
4	HK2-4	644.78	25.3	619.48
5	HK2-5	652.34	22.0	630.34
6	HK2-6	665.31	28.6	636.71
7	HK2-7	642.29	13.1	629.19
8	HK2-8	654.17	15.2	638.97
9	HK2-9	666.40	15.0	651.40

## 2.3. Nguyên nhân về phía công trình

a) Hệ thống thoát nước ngầm:

Trong thiết kế hồ bùn đỏ đã bố trí hệ thống tiêu

thoát nước ngầm ở đáy hồ, nước ngầm được tập trung vào rãnh thu nước chính chạy ngầm theo hướng song song với biên của đáy hồ, thông ra hạ lưu ở sau đập ra hồ số 3. Quan sát hiện tại,

cũng như trong mùa mưa năm 2015, 2016, 2017 cho thấy nước ngầm thoát ra ở sau hồ số 3 rất ít. Từ đó có thể thấy rằng hệ thống rãnh thoát nước ngầm không phát huy được hiệu quả như mong muốn. Các nguyên nhân chính như sau:

- Rãnh thu nước ngầm đặt xa chân mái, không có tác dụng trực tiếp hạ thấp đường bão hòa của dòng thấm trên mái;
- Tầng lọc từ bên ngoài vào rãnh thoát nước bị tắc, làm nước ngầm ứ lại, dâng lên trên mái.

Do các nguyên nhân này mà chiều cao của tầng đất trên mái bị bão hòa nước tăng lên, khả năng chống trượt của đất mái bờ bị suy giảm nhanh chóng.

#### b) Hệ thống chống thấm bờ hồ.

- Hệ thống chống thấm bờ hồ cũng như lòng hồ gồm lớp màng chống thấm HDPE 1,5mm kẹp giữa 2 lớp vải địa kỹ thuật, được neo vào các cơ và đỉnh mái. Hệ thống này đã được thi công hoàn chỉnh nên khi đường bão hòa của đất dưới

mái bị dâng cao, nước ngầm không thể thoát ra mặt mái để tập trung vào lòng hồ, mà tiếp tục ứ lại dưới mái làm cho đường bão hòa ngày càng dâng cao cho đến khi toàn bộ đất dưới mái bị bão hòa nước, làm sụt giảm nghiêm trọng khả năng chống trượt của mái.

- Khi xảy ra trượt mái, phần đất ở trên cao bị sụp xuống, còn đất ở chân cung trượt bị đẩy trôi lên, tạo nên lực kéo căng màng chống thấm. Nếu lực này vượt quá khả năng chịu kéo của màng thì màng sẽ bị xé rách tại các vị trí yếu nhất. Vì vậy cần thiết phải tháo dỡ màng chống thấm trên toàn bộ phạm vi cung trượt để kiểm tra màng và xử lý lại mái cho ổn định, sau đó mới lắp đặt lại hệ thống màng chống thấm trên mái.

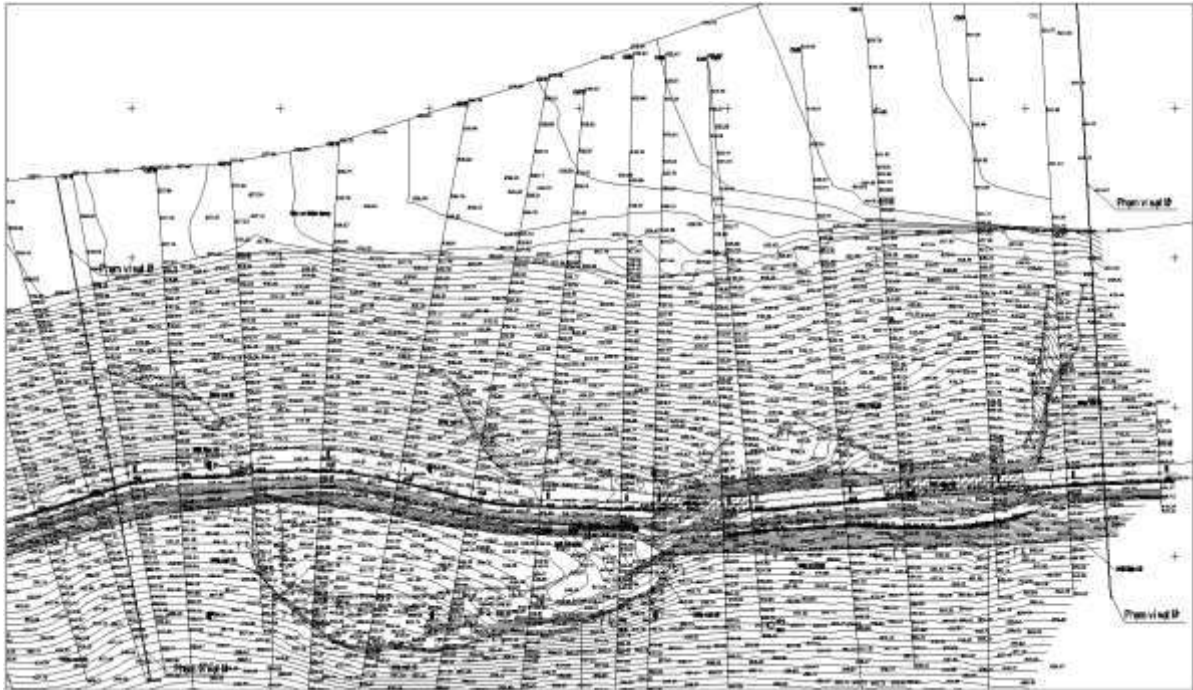
- Đặc biệt, tại các vị trí sạt lở hiện nay hệ thống rãnh thu nước ngoại vi đã hư hỏng, nên toàn bộ lượng nước thu trên lưu vực được tập trung vào rãnh đến vị trí hư hỏng ngấm trực tiếp xuống mái hồ gây áp lực lớn lên hệ thống màng chống thấm HDPE, đẩy trôi mái đất.



Hình 2: Hư hỏng mái hồ bùn đỏ



Hình 3: Hư hỏng rãnh thu nước ngoại vi

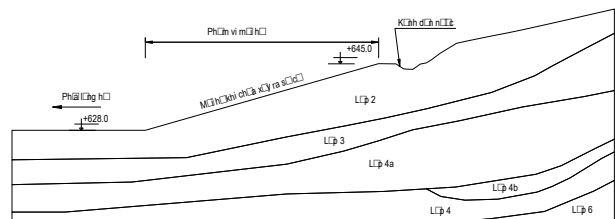


Hình 4: Khu vực mái hồ sạt trượt

### 3. TÍNH TOÁN ĐÁNH GIÁ HIỆN TRẠNG

Phạm vi sạt trượt mái hồ chiều dài theo mái là 335 mét trong đó có 03 dạng sạt lở: từ CN2 đến CN8: sạt trượt mái hồ nhưng không sạt trượt mái đồi phía trên; từ CN8 đến CN14: sạt trượt cả mái hồ và sạt trượt mái đồi phía trên; từ CN14 đến CN16: sạt trượt mái hồ nhưng không sạt trượt mái đồi phía trên. Như vậy có thể thấy một số vị trí do điều kiện địa chất, địa hình (độ dốc tự nhiên mái), mức độ hư hỏng của các rãnh thu nước ngoại vi, khả năng thoát nước ngầm của các rãnh thu nước đáy hồ ...

Tính toán phân tích khả năng làm việc ổn định của mái hồ hiện trạng, từ đó đánh giá và đưa ra giải pháp thiết kế phù hợp để đảm bảo mái hồ làm việc an toàn với các mặt tại vị trí trước khi xảy ra sạt trượt trong quá trình vận hành (giữa mùa mưa và mùa khô)



Hình 5: Mặt cắt đại diện

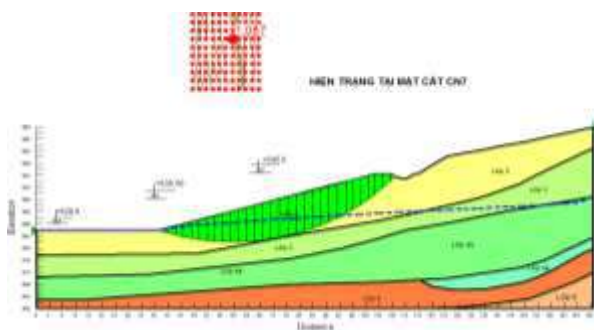
Bảng 3: Bảng chỉ tiêu cơ lý các lớp đất sử dụng trong tính toán

Chỉ tiêu cơ lý	$\gamma$ (KN/m <sup>3</sup> )	$\phi$ (ĐỘ) (TN)	C (ĐỘ) (BH)	C (KN/m <sup>2</sup> ) (TN)	C (KN/m <sup>2</sup> ) (BH)	Hệ số thấm K(m/s)
Đất đắp	17,2	36,62	14,58	21,40	16,5	$5,85 \times 10^{-8}$
Đá mi (được bọc vải ĐKT)	20	30		0		$1,0 \times 10^{-4}$
Đất lớp 1	17,2	36,62	14,58	21,40	16,5	$5,85 \times 10^{-8}$
Đất lớp 2a	16,2	20,77	-	25		

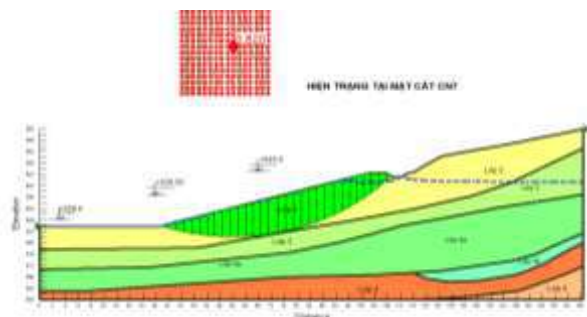
Chỉ tiêu cơ lý Vật liệu	$\gamma$ (KN/m <sup>3</sup> )	$\phi$ (ĐỘ) (TN)	C (ĐỘ) (BH)	C (KN/m <sup>2</sup> ) (TN)	C (KN/m <sup>2</sup> ) (BH)	Hệ số thấm K(m/s)
Đất lớp 2	16,5	14,33	11,53	16,2	13,8	$7,74 \times 10^{-7}$
Đất lớp 3a	16,7	17,6	16,95	19,40	19,4	$3,07 \times 10^{-7}$
Đất lớp 3	16,2	18,53	15,90	20,80	17,9	$4,49 \times 10^{-7}$
Đất lớp 4a	17,0	23,20	20,37	28,9	24,9	$6,73 \times 10^{-7}$
Đất lớp 4b	23,1	30,0	-	40,0	-	$1,0 \times 10^{-8}$
Đất lớp 4	24,5	30,0	-	40,0	-	$1,0 \times 10^{-8}$
Đất lớp 5	17,30	24,67	21,95	31,7	26,2	$4,13 \times 10^{-8}$
Đất lớp 6	17,4	24,10	21,48	30,9	27,1	$3,38 \times 10^{-8}$

Mái hồ hiện trạng được gia cố bằng màng chống thấm HDPE nước ngầm trên mái không thoát nước ra lòng hồ. Từ kết quả khảo sát địa chất thực tế tại các hố khoan đã xác định được đường thấm bão hòa trên mái hồ. Sử dụng kết quả này để mô hình kiểm tra khả năng làm việc thực tế của mái hồ trong trường hợp kênh thu nước ngoại vi không bị thoát nước ra ngoài và ngấm vào mái hồ. Tính toán điều kiện ổn định về thấm, từ đó làm cơ sở đề xuất các giải pháp thoát nước tăng ổn định cho mái hồ. Kết quả tính toán với các trường hợp như sau:

+ Mái hồ làm việc theo điều kiện bình thường, mực nước ngầm tính toán theo kết quả khoan khảo sát địa chất. Hệ thống kênh thu nước ngoại vi hoạt động bình thường.

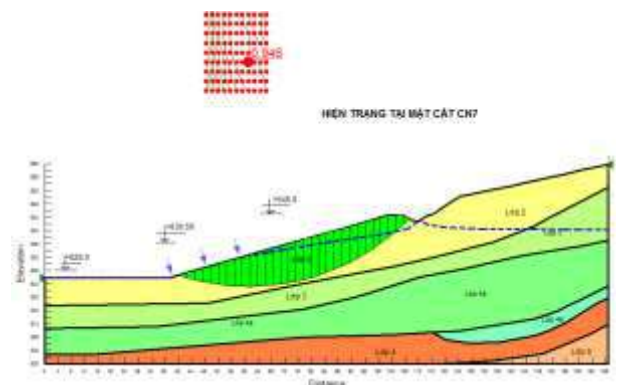


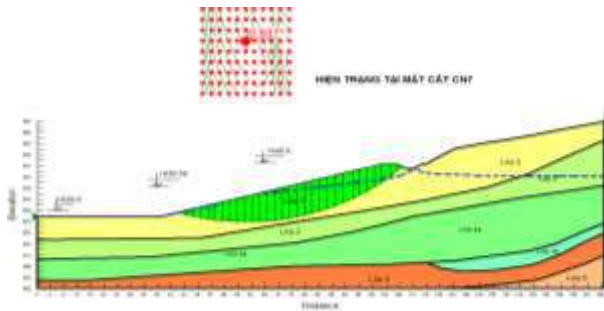
Hình 6: Mái hồ làm việc theo điều kiện bình thường, mái hồ bị bão hòa hoàn toàn



Hình 7: Mái hồ làm việc theo điều kiện bình thường, đồng thời mái hồ, mái dốc trên kênh thu nước ngoại vi (kênh thu nước) bị bão hòa hoàn toàn

+ Khi hệ thống kênh thu nước bị hư hỏng, lượng nước thu trên mái đồi ngấm qua kênh trực tiếp vào mái hồ, giả thiết các trường hợp như thực tế hư hỏng các kết cấu đã xảy ra (đặc biệt là hệ thống chống thấm HDPE), bao gồm: Kênh thu nước bị hỏng, đường bão hòa thấm sau mái hồ xâm nhập ra mái lòng hồ tại cao trình +636,50m; Kênh thu nước bị hỏng, đường bão hòa thấm sau mái hồ xâm nhập ra mái lòng hồ tại cao trình +628,00m.





Hình 8: Mái hồ làm việc theo điều kiện nước ngầm xâm nhập ra mái

**Nhận xét:**

Mái hồ làm việc theo điều kiện bình thường, mực nước ngầm tính toán theo kết quả khoan khảo sát địa chất. Hệ thống kênh thu nước ngoại vi hoạt động bình thường. Hệ số ổn định tại MC CN7 là 1,087; Mái hồ không bị trượt, nhưng hệ số ổn định < hệ số ổn định cho phép là 1,30 (theo cấp công trình). Như vậy việc lựa chọn rãnh thu nước ngầm dưới đáy hồ ở cao trình 628m là chưa đảm bảo an toàn.

Khi hệ thống kênh thu nước bị hỏng, hệ thống màng chống thấm HDPE làm việc bình thường. Hệ số ổn định tại MC CN7 là 0,820; hệ số ổn định < 1 (tương ứng với hiện trạng mái hồ đã bị sạt trượt)

Kênh thu nước bị hỏng, đường bão hòa thấm sau mái hồ xâm nhập ra mái lòng hồ tại cao trình cơ +636,50m. Hệ số ổn định tại MC CN7 là 0,946; tiệm cận với giá trị an toàn trong khi chưa chứa chất thải trong lòng hồ. Nên có thể bổ sung một hệ thống thu nước ngầm tại khoảng vị trí này công trình đảm bảo vận hành an toàn.

Kênh thu nước bị hỏng, đường bão hòa thấm sau mái hồ xâm nhập ra mái lòng hồ tại cao trình cơ +628,00m. Hệ số ổn định tại MC CN7 là 0,937

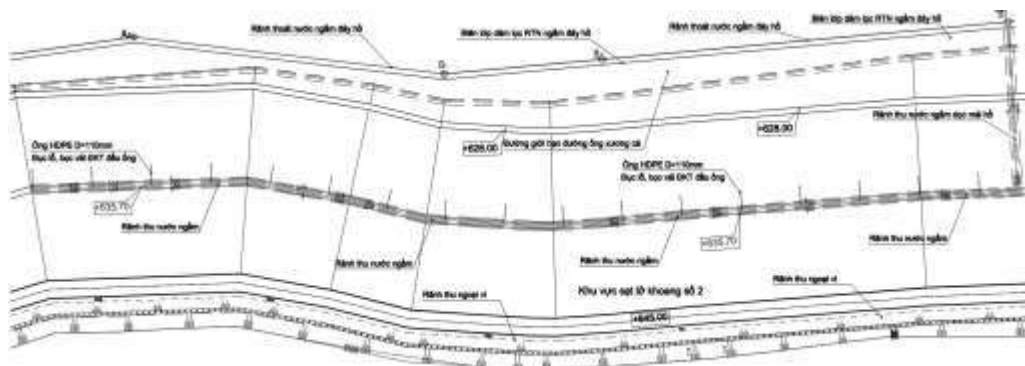
Do vậy nguyên nhân gây sạt trượt mái hồ là do đường bão hòa trong mái hồ dâng cao, cao trình điểm tiếp xúc của đường bão hòa ra mái hồ cao, gập tấm HDPE không thấm nước dẫn đến đất mái hồ bị bão hòa nước và giảm các chỉ tiêu cơ lý của đất gây nên trượt mái hồ.

**3. GIẢI PHÁP XỬ LÝ**

Các nghiên cứu tính toán lựa chọn nhằm giải quyết triệt để các nguyên nhân tác động đến ổn định của mái bờ hồ tập trung thực hiện: Tăng khả năng thu nước của hệ thống thoát nước ngầm trên mái; Tập trung dòng thấm tối đa về hệ thống rãnh thu nước đáy hồ; Hạ thấp mực nước ngầm, giảm áp lực nước ngầm tác dụng lên tấm HDPE chống thấm; Xử lý triệt để hiện tượng ngầm từ hệ thống rãnh thu nước ngoại vi vào mái hồ.

**3.1. Bổ sung rãnh tiêu thoát nước ngầm ngang mái hồ:** rãnh có kích thước hình thang, bề rộng đáy rãnh B=1,0m; bề rộng đỉnh rãnh B=2,0m, chiều cao rãnh 100cm, chiều dài rãnh bằng chiều dài phạm vi sạt trượt L=335,0m, đỉnh rãnh ở cao trình +635,70;

**3.2. Bổ sung rãnh tiêu thoát nước ngầm dọc mái hồ:** rãnh có kích thước hình thang, bề rộng đáy rãnh B=1,0m; bề rộng đỉnh rãnh B=2,0m. Rãnh được bố trí phần đỉnh nối tiếp với rãnh nằm ngang; phần chân nối tiếp vào rãnh thoát nước ngầm dưới đáy hồ bùn đỏ.



Hình 9: Thiết kế bố trí rãnh thu nước ngầm

Kết cấu rãnh thu nước bằng đá mi, bên ngoài bọc kín bằng vải địa kỹ thuật loại 400g/m<sup>2</sup>. Hệ số thấm của rãnh  $k = 1 \times 10^{-3}$  m/s. Phía ngoài sát với mái hồ trải một lớp HDPE chạy từ đáy rãnh đến mái hồ theo đường biên đào rãnh.

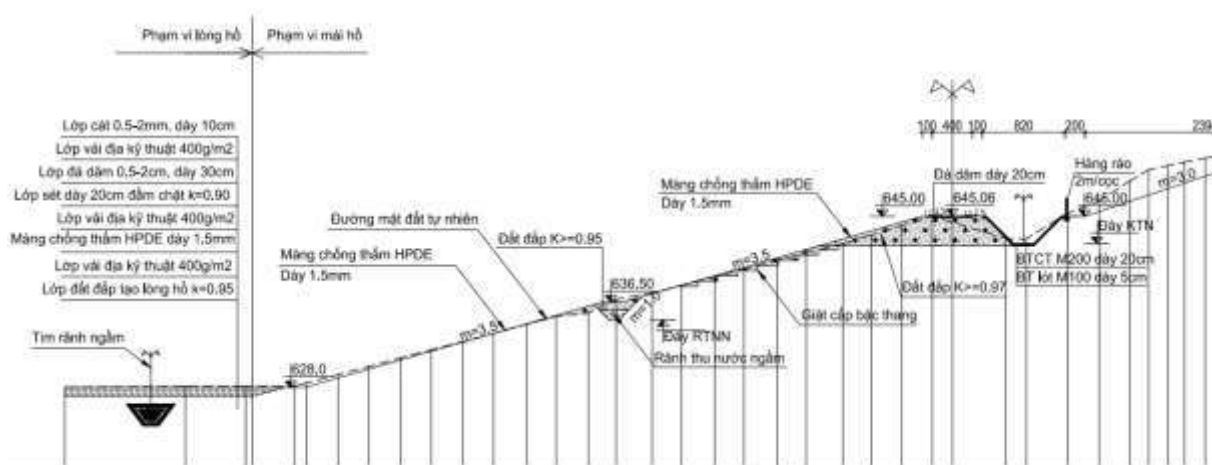
**3.3. Phần mái hồ và đáy hồ bị sạt trượt trôi lên**

- Tháo, và cuộn tấm HDPE, tấm vải địa kỹ thuật trong phạm vi sạt trượt về phía đáy lòng hồ. Bóc phần đáy hồ và mái hồ bị trượt trôi lên. Phạm vi từ cơ +628,0 xuống đáy hồ bóc từ mép ngoài cơ 628,0 đến mép ngoài của phạm vi sạt trượt. San gạt mái hồ đến mái thiết kế

bằng máy ủi 108CV.

- Sau đó trải lại tấm HDPE dày 1,5mm theo thiết kế cũ. Tận dụng tối đa phần tấm HDPE còn dùng được. Phần không tận dụng được thay thế mới.

**3.4. Phần đỉnh mái hồ xuống cao trình đáy rãnh thu nước ngoại vi:** đào tạo mái đến cao độ của đáy rãnh thoát nước ngoại vi. Rãnh thu nước mái đòi được bố trí cách mép sát lở tối thiểu 3,0m nhằm thu nước về rãnh thoát nước ngoại vi, không cho nước chảy vào khu vực đã bị sạt trượt.



Hình 10: Mặt cắt đập theo thiết kế mới

**3.4. Ổn định tổng thể**

Từ kết quả tính toán ổn định thấm trong các

trường hợp của mùa khô và mùa mưa ứng với các tổ hợp tải trọng khác nhau như sau:

**Bảng 4: Các trường hợp tính toán ổn định mái hồ ứng với 2 mùa mưa và mùa khô**

Trường hợp	Điều kiện tính toán	Thời kỳ tính toán	Điều kiện biên	Tổ hợp
TH 1.1	Đường bão hòa lấy theo khảo sát thực tế trong hố khoan	Thấm ổn định	Trong kênh bị thoát nước ra ngoài mái hồ, phía lòng hồ không có nước	Cơ bản
TH 1.2		Thi công	Trong kênh bị thoát nước ra ngoài mái hồ, phía lòng hồ không có nước. Đường đỉnhmái hồ có tải trọng của người và máy thi công	Đặc biệt
TH 1.3		Động đất	Trong kênh bị thoát nước ra ngoài thân mái hồ, phía lòng hồ không có nước. Có xảy ra động đất cấp VII	Đặc biệt

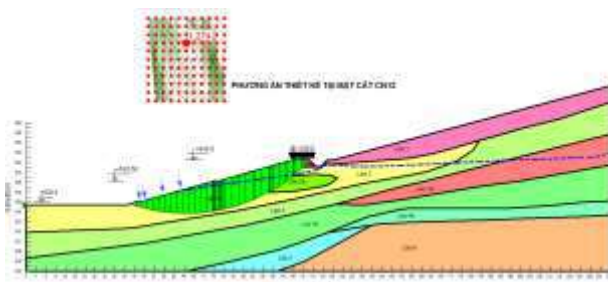


**Bảng 5: Kết quả tính toán ổn định trượt tổng thể mùa khô**

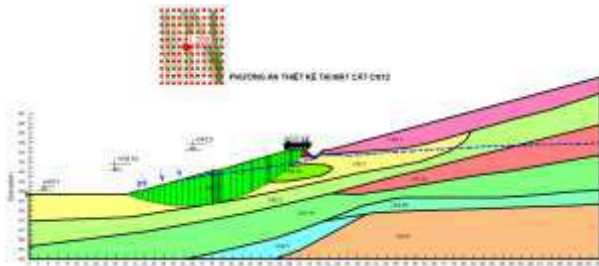
Trường hợp	Tổ hợp	Hệ số ổn định tính toán $K_{minmin}$	Hệ số ổn định cho phép $[K_{cp}]$	Kết luận
TH 1.1	Cơ bản	1,484	1,30	Đảm bảo
TH 1.2	Đặc biệt	1,471	1,17	Đảm bảo
TH 1.3	Đặc biệt	1,350	1,17	Đảm bảo

**Bảng 6: Kết quả tính toán ổn định trượt tổng thể mùa mưa**

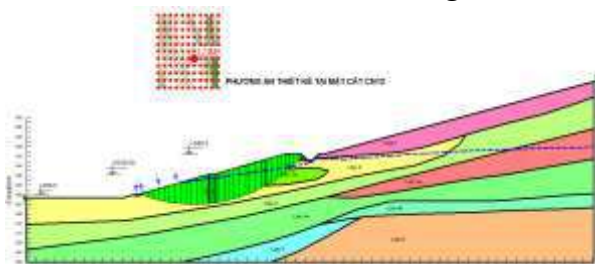
Trường hợp	Tổ hợp	Hệ số ổn định tính toán $K_{minmin}$	Hệ số ổn định cho phép $[K_{cp}]$	Kết luận
TH 1.1	Cơ bản	1,369	1,30	Đảm bảo
TH 1.2	Đặc biệt	1,359	1,17	Đảm bảo
TH 1.3	Đặc biệt	1,241	1,17	Đảm bảo



Hình 11: Trường hợp 2.2, Mùa khô - Kết quả tính toán ổn định trượt tổng thể



Hình 12: Trường hợp 2.2, Mùa mưa - Kết quả tính toán ổn định trượt tổng thể



Hình 13: Trường hợp 2.3, Mùa mưa - Kết quả tính toán ổn định trượt tổng thể

Kết quả tính toán cho vùng sạt lở mái hồ bùn đỏ số 2 sau khi đã áp dụng các giải pháp cho thấy công trình ổn định. Tuy nhiên, phần mái phía trên hiện trạng nằm ngoài ranh giới của công trình (từ trên rãnh thoát nước ngoại vi) hiện vẫn canh tác cây trồng cần có biện pháp tiêu thoát nước mặt tốt để giảm áp lực cho phần mái bờ hồ.

#### 4. KẾT LUẬN

Nhiệm vụ của hồ chứa bùn đỏ là giữ cho bùn đỏ và nước được ngăn cách, từ đó giảm thiểu tác động của bùn đỏ lên môi trường xung quanh. Quá trình xử lý bùn đỏ thường bao gồm việc phân tách nước và bùn đỏ, xử lý và giảm độc tính của bùn đỏ, và lưu giữ bùn đỏ trong các hồ chứa được thiết kế đặc biệt. Với yêu cầu trong suốt thời gian hoạt động của nhà máy thường xuyên phải có 1 hồ hoạt động và một hồ dự phòng nên việc đảm bảo an toàn hồ số 2 là hết sức cần thiết. Việc xảy ra sạt lở mái bờ hồ bùn đỏ số 2 xảy ra từ những năm 2015, 2017 đến hiện nay vẫn có hiện tượng sạt lở cần phải thực hiện gia cố đảm bảo an toàn.

Các khảo sát bổ sung và nghiên cứu thiết kế được đề xuất với các giải pháp: thu, dẫn, thoát nước ngầm dưới màng chống thấm; giảm tải

khôi trượt; xử lý thoát nước ngoại vi... Đã giải quyết được hiện tượng suy giảm các chỉ tiêu cơ các đất trên mái hồ, kết quả tính toán các phương án chọn cho thấy khu vực có hiện tượng sạt trượt đảm bảo ổn định sau khi áp dụng giải pháp công trình. Mặc dù trong trong trình tổ chức thi công xử lý chưa giải quyết dứt điểm được phần mái đất trên rãnh thu nước ngoại vi chỉ mới tiến hành xử lý phần mái hồ công trình đã đảm bảo vận hành an toàn năm 2021-2022.



Qua thực tế công trình từ các giai đoạn xây dựng công trình thấy rằng cần có một số lưu ý trong quá trình thiết kế, thi công, quản lý vận hành với các hệ thống hồ chứa bùn đỏ như sau:

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Thiết kế sửa chữa sạt trượt tại một số vị trí khu vực hạng mục hồ bùn đỏ- Viện thủy công -2021.
- [2] Báo cáo số 1563/BC-VNAP-PMU ngày 31/12/2015 của ban quản lý dự án nhà máy alumin Nhân Cơ - Vinacomin về việc sạt trượt mái hồ và mương thoát lũ ngoại vi khoang số 01, 02, hạng mục công trình Hồ bùn đỏ thuộc dự án Nhà máy sản xuất alumin Nhân Cơ.
- [3] Công văn số 287/TKV-KSH ngày 19/01/2016 của Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam về việc xử lý sạt trượt mái và mương thoát lũ của hồ bùn đỏ Nhân Cơ.

\* Giai đoạn thiết kế : Tính toán xác định rõ giới hạn bị phá hoại của mái bờ hồ khi đất dưới màng chống thấm bão hòa hoàn toàn về lưu lượng thấm, đường bão hòa khi nước ngầm tập trung về rãnh thu nước đáy hồ; Cần nghiên cứu tính toán đủ các hệ thống thu nước dưới màng chống thấm về kích thước, khả năng thấm lọc của các rãnh thu nước, vị trí đặt nhằm đảm bảo an toàn ổn định cho mái; Thiết kế các điểm giảm áp (ống lọc) thoát nước từ dưới màng chống thấm vào lòng hồ phù hợp.

\* Xây dựng quy trình vận hành phù hợp: Với đặc thù hồ có giai đoạn dự phòng (chưa chứa thải) nên áp lực phía trong lòng hồ là không có, nên có thể cho phép hồ chứa nước mưa tự nhiên trong lòng hồ để cân bằng áp lực. Tuy nhiên với giải pháp này cần phải có hệ thống thoát lượng nước này khi hồ đi vào vận hành.

\* Thi công: Cần có biện pháp kiểm soát chất lượng tốt cho hệ thống thu nước đáy, mái hồ dưới màng chống thấm; Xử lý tốt các hệ thống thu nước ngoại vi tránh tạo ra các điểm tập trung nước.