

## CHƯƠNG II

# ĐIỀU KIỆN ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH KHU TỔ HỢP NGÂM NHÀ MÁY THỦY ĐIỆN HOÀ BÌNH

## I. ĐẶC ĐIỂM CHUNG ĐỊA HÌNH, ĐỊA CHẤT KHU VỰC CÔNG TRÌNH NGÂM

Tổ hợp ngâm được bố trí trong một quả đồi lớn có bề rộng 1,5÷2km, đỉnh ở cao độ là 205,6m. Giới hạn phía Bắc là hố móng hầm dẫn ra, phía Nam là cửa nhận nước của nhà máy và phía Đông là đập tràn vận hành, còn phía Tây là khối Trại Nhân. Chiều dài theo hướng Bắc - Nam (từ cửa nhận nước tới cửa ra của nhà máy) là 777m, chiều rộng theo hướng Đông Tây (từ đập tràn đến ranh giới tiếp giáp với khối Trại Nhân) là 478m.

Địa hình của khu vực bố trí tổ hợp ngâm ít bị phân cắt, độ dốc tương đối đều về các phía, trung bình từ 25÷30° (thay đổi trong khoảng 20-45°). Mái dốc của đồi đã được hình thành do các điều kiện tự nhiên và đã ổn định, song tính ổn định này bị phá hủy trong quá trình thi công do mở các hố móng và tác động của nổ mìn, do tích nước hồ chứa, dẫn nước qua đập tràn v.v...

### 1. Cấu tạo địa chất của khu vực công trình thủy điện Hoà Bình

Phổ biến trong khu vực là đá của hệ tầng (P<sub>2</sub>hb<sub>2</sub>) cấu tạo từ các đá có nguồn gốc núi lửa dạng poóc fi rit bị phân cắt bởi các đới và các thể xâm nhập dạng vữa của diabaz và poóc fi rit diabaz.

Hệ tầng trên (P<sub>2</sub>hb<sub>2</sub>) được phân chia thành 5 tập:

#### 1.1. Tập 1 (P<sub>2</sub>hb<sub>2</sub><sup>1</sup>):

Tập 1 là các dung nham dạng cầu của bazan poóc fi rit, dày 150m. Đá có cấu tạo cầu và gối với kích thước từ 0,1-0,3 đến 1-2m, nút nẻ trung bình, nút nẻ mạnh ở các khu vực ảnh hưởng của các đứt gãy. Đá bị clo-rít hoá mạnh đặc biệt là trên bề mặt các khối nút, hàm lượng clo-rít đạt tới 25%, khoáng vật quặng khoảng 5÷7%.

Thành phần khoáng vật tạo đá là plagioclaz và piroxen. Đá chủ yếu là đá cứng có độ bền nén trục lớn hơn 500kg/cm<sup>2</sup> nằm rải đều theo phân phía đông, có các dung nham vụn của Bazan Poóc fi rit, lớp kẹp không thay đổi của hialôbazan màu xám - lục, nút nẻ mạnh. Dọc theo ranh giới các mảnh vụn dung nham (hố móng cửa nhận nước) lộ ra các mảnh vụn dung nham hình cầu đá tảng cuội kết khối nhỏ được gắn kết bằng xi măng thủy hóa tiếp xúc.

### 1.2. Tập thứ 2 ( $P_2hb_2^2$ ):

Tập 2 có chiều dày thay đổi từ 100m ở thượng lưu đến 200m ở hạ lưu, cấu tạo chủ yếu từ các mảnh vụn dung nham poc fia rít bazan và các dăm kết dung nham được tạo thành do các dung nham, các mảnh vụn dung nham poc pia rít ba zan là loại đá có màu xanh - xám, thành phần các mảnh vụn dung nham (từ 50-60%) kích thước 10-300mm, có bị biến đổi chút ít (chủ yếu về màu sắc và cấu trúc) so với dung nham hỗn hợp. Lớp tiếp giáp giữa mảnh vụn và dung nham hỗn hợp thường là rõ ràng, đôi khi có dấu vết clorit hoá ở bề mặt các mảnh vụn.

Các dung nham mảnh vụn của tập 2 rất bền vững ở dạng mẫu cũng như ở khối lớn. Tập này đặc trưng bởi tính biến dị mạnh theo đường phương. Đã xác định được sự giảm mức độ chảy của dòng dung nham theo hướng tới cao độ khống chế 205,6m ở bờ trái sông Đà, trong vùng này rõ ràng có thể giả thiết có kênh dẫn dòng dung nham. Dung nham mảnh vụn cạnh mép nước bố trí (về phía cửa vào các hầm thi công) chủ yếu chứa các dăm kết thô. Trong các dăm kết này biến thể khối pôxamit là đặc trưng hơn cả, nó bao gồm các khối lớn mảnh vụn dung nham rất rắn (dài từ 5-7mm) và ít tròn cạnh, chứa trong khối chính có dạng dải theo cấu tạo pôxamit (do hậu quả của dòng chảy). Cấu tạo này có độ bền thấp và tương đối dễ bị phong hoá. Trong đó thấy có 3 đôi khe, 4 hệ thống các khe nứt: nứt dọc, nứt ngang, nứt chéo, nứt phân chia thành các khối, đôi khi có kích thước đến 1-2m. Khối nứt hình hộp là dạng đặc trưng. Các khe nứt lớn có dạng đường thẳng và ít biến đổi về đường phương hơn so với các khe nứt ở tập 1. Ranh giới tiếp giáp giữa tập 2 với tập 3 nằm dọc theo đứt gãy kiến tạo lớn số 500 hướng dọc theo dòng chảy.

### 1.3. Tập thứ 3 ( $P_2hb_3^3$ ):

Tập 3 có chiều dày từ 250-300m chạy về phía Bắc tính từ đứt gãy 500. Thành phần của nó gồm đá poc fia rít bazan và an đê zit bazan (50-60%), dăm kết (30-40%), diabaz (8-10%), mảnh vụn dung nham (5%). Poc fia rit nằm ở đới giữa không bị phân chia của dòng chảy dung nham mạnh (20-50m). Đá chủ yếu là sáng màu, ẩn tinh, dạng thủy tinh có cấu tạo lỗ không nổi bần.

Các khối nứt chủ yếu có dạng lăng kính, hình hộp, dạng tấm. Lấp nhét trong các khe nứt chặt xít là các khoáng vật clorit, can xit, acti mô lit và hạn hữu là thạch anh vụn. Dăm kết dung nham bazan poc fi rit khác biệt bởi cấu trúc mảnh vụn có cấu tạo khối các mảnh vụn chủ yếu có kích thước từ 5-300mm, đôi khi tới 5m, được gắn kết bằng xi măng dung nham có thành phần tương tự thành phần của mảnh vụn. Dăm kết dung nham nằm ở trong khối dưới dạng cấu tạo dòng chảy, có chiều dày khác nhau. Ranh giới giữa poc fi rit bazan và dăm kết dung nham được lộ ra tại khe nứt số 1221. Pocfirit và dăm kết dung nham có độ bền vững cao ở mái dốc và trong các công trình ngầm. Có biểu hiện bị clorits hoá cao đặc biệt là ở bề mặt các khe nứt. Dấu hiệu nổi bật

của mảnh vụn dung nham là sự xi măng hoá các mảnh vụn ép sát nhau như xi măng thuỷ tinh (can xit, clorit) và không có sự nóng chảy của các mảnh vụn.

Các mảnh vụn dung nham phân khối nhỏ (kích thước gờ mép khối nhỏ hơn 100, ít khi tới 100-200mm) có đặc tính nứt nẻ tăng cao. Nó thuộc loại đá có độ cứng trung bình với cường độ kháng nén 1 trục là 250-600kg/cm<sup>2</sup>.

Ở các mảnh vụn dung nham quá trình giảm tải và phong hoá của xi măng thuỷ hoá phát triển nhanh, gây tróc lở mái dốc với sự tạo thành nhiều khối nhỏ. Trong đá mảnh vụn dung nham, khi tiến hành phương pháp nổ mìn tạo biên trước trong các hầm hay hố móng sẽ dễ tạo ra biên phẳng, nhẵn. Ranh giới giữa đá của tập 4 và 3 nằm trong giới hạn khối bờ trái được tính theo thể tích của trabaz.

#### 1.4. Tập thứ 4 ( $P_2hb_2^4$ ):

Tập 4 có chiều dày 350-400m, bao gồm các dòng lớn không bị phân chia (đồng nhất) của póc fi rit bazan và an đê zit bazan với số lượng rất hạn chế (5-10%) các dăm kết pô xa mit và các cục vô-xe-phit ở nóc và đáy dòng chảy. Póc fi rit có cấu tạo hạnh nhân, hạnh nhân có kích thước 2-10mm được tạo bởi clorit, đôi khi là can xit, số lượng của chúng từ 15-25% so với khối lượng chung. Kiến trúc póc fi rit có dạng chủ yếu là microlit, về phía ranh giới dòng chảy chuyển sang dạng thuỷ tinh. Ranh giới dòng chảy đôi khi hiện rất rõ ràng nhờ có các dải lớn (tới 10mm) của đá bị ô xi hoá (màu đỏ nhạt và nâu) chuyển hoàn toàn thành các hạnh nhân, các thành tạo này có liên quan với tác dụng sủi bọt ở mái dòng chảy dung nham. Trong póc fi rit đôi khi quan sát được các lỗ thoát khí dạng ống đường kính tới 30cm được hình thành bởi canxit với hỗn hợp clorit và các khoáng vật khác. Những đặc điểm đã nêu trên của póc fi rit chứng minh cho sự hình thành đá này trong điều kiện trên mặt đất.

Đá ở tập 4, bên đôi khi rất bên. Ở địa hình có póc fi rit của tập này thường có sườn dốc đứng trong đó thành phải của thung lũng vai đập đến cao độ tuyệt đối 110m.

#### 1.5. Tập thứ 5 ( $P_2hb_2^5$ ):

Tập 5 có chiều dày 50-60m, chủ yếu là póc fi rit an đê zit bazan sáng màu đã bị biến đổi thuỷ nhiệt đáng kể, thể hiện ở việc đá bị rửa lửa và làm giàu chúng bằng các ô xít sắt và man-gan cũng như đã trải qua phong hoá mạnh.

Đá dễ bị phong hoá nhanh ở các gương hầm và dẫn đến mở rộng các khe nứt và làm giảm độ cứng. Đá dễ bị xói rửa bởi nước chảy trên bề mặt. Ở các khối đá không bị giảm tải đá hầu như không thấm nước. Do tác dụng cơ học đá dễ bị phá huỷ đến trạng thái sét.

Ở ranh giới với đá trầm tích tufoghen kỉ tri at (mái tập 5) đá póc fi rit zo rit bazan có màu sắc đa dạng, nứt nẻ mạnh và bị phân phiến, phong hoá không đều, có độ bền trung bình và thấp, có nhiều lỗ hổng và các hốc nhỏ, thấm nước yếu - các vết nứt có bề

rộng 0,1-20mm chủ yếu bị lấp nhét bởi sét và pi rô fu zit đen, các ô xít và hiđrô xít sắt nằm dọc theo lớp tiếp giáp có thớ nứt không rõ. Pooc fia rit có màu tím và hoá sắt không đồng đều ở dạng vết nhỏ cách biệt nhau làm cho đá có màu sặc sỡ.

Toàn bộ hệ tầng phun trào ( $P_2hb_2$ ) nằm ở dạng thể cà nát, hướng theo dòng chảy nghiêng về phía Đông với góc nghiêng  $50-70^\circ$ .

### 1.6. Những thành tạo thể xâm nhập :

Những thể xâm nhập địa baz các đá phun trào ở thung lũng sông cạnh đáy của khối đá bờ trái, tất cả các thể xâm nhập lớn đều có dạng kéo dài thẳng đổ về phía Đông, góc phương vị hướng dốc :  $60-120^\circ$  và góc dốc  $45-70^\circ$  (ký hiệu là 60-120, 45-70).

Đá có màu xám sẫm, sắc xanh lá cây có dạng tinh thể lăng trụ, dạng cục, cấu trúc diabaz-gabrô diabaz, một số chuyển sang dạng kiến trúc khảm và ofit khảm.

Các khoáng vật tạo đá chủ yếu là plagia claz và rất ít pirôxen xen lẫn giữa các tinh thể plagiôclaz.

Đá có cấu tạo khối lớn, đá số năm chính hợp với đá vây quanh.

### 1.7. Thành tạo Ê luvit kỷ đệ tứ (eQ)

Ở khu vực bố trí công trình ngầm các thành tạo ê luvit phát triển rộng. Nó là á sét màu đỏ và màu sặc sỡ, đất sét vụn có độ cứng kết cấu cao, thường có di tính cấu tạo và cấu trúc của đá mẹ, với hàm lượng thể bị bao ở mức độ khác nhau của các loại đá phong hoá, nửa đá và đá.

Ở phần dưới của mặt cắt các thành tạo ê luvit nhiều chỗ lộ ra đá với sét dạng nửa đá cùng các di tính tồn tại của cấu tạo, cấu tạo đá mẹ và nằm dưới dạng khối đá không bị phá huỷ.

Chiều dày tối đa của 2 tầng ê luvit này tới 60m (ở đôi ống Tượng) và 20m (ở đôi 206 nơi bố trí tổ hợp ngầm).

### 1.8. Thành tạo đê luvit (dQ)

Phát triển đều khắp các mái dốc, nó gồm sét màu hồng và sét dẻo có hỗn hợp mùn thực vật, đá dăm và đá cục (tới 40%). Nhiều chỗ vật liệu mảnh vụn chiếm ưu thế so với sét.

Chiều dày lớp phủ đê luvit thay đổi từ 0,5÷9,0m

## 2. Các đặc điểm cấu trúc - kiến tạo và mức độ nứt nẻ của đá

Tổ hợp ngầm cũng như các công trình chính khác của đầu mối thủy lực Hòa Bình nằm trong giới hạn cánh phía Tây của địa mảng (trục của địa mảng xuyên chéo về phía Tây thị xã Hoà Bình và kéo dài ra theo hướng Bắc kinh tuyến).

Trầm tích đại cổ sinh, trung sinh và kỷ đệ tứ gồm có 4 tầng : kỷ Đê vôn, kỷ Pec mi, Trias hạ, Trias thượng, kỷ đệ tứ được phân định ranh giới bằng sự không chỉnh hợp địa tầng. Ranh giới giữa các tầng cấu tạo thường là ranh giới kiến tạo và là các bất chỉnh hợp về địa tầng.

Đá gốc tạo ra 3 tầng cấu tạo dưới do hoạt động không đồng nhất của các đứt gãy ở dưới sâu nên bị phân cắt thành các khối khác nhau có hướng di chuyển với biên độ di chuyển và mức độ phá huỷ kiến tạo khác nhau.

Trong quan hệ kiến tạo - cấu tạo của khối có cấu tạo khối hình thành do các đứt gãy kiến tạo và các khe nứt lớn nhỏ khác nhau (xem bảng 2-1). Các đặc trưng chủ yếu về cấu tạo kiến tạo - cấu trúc của các khối làm cơ sở cho việc phân vùng địa chất công trình (được cho trong bảng 2-2) các khe nứt và đứt gãy kiến tạo phân cắt khối đá thành mạng hoàn chỉnh của các khe nứt, tức là phân cắt hoàn toàn các khối đá thành các khối nhỏ có kích thước và quy mô khác nhau.

Các đứt gãy và các khe nứt kiến tạo được quy tụ thành 3 hệ thống chính có liên quan đến sự định hướng của dòng dung nham.

Đặc trưng của các khe nứt cho trong bảng 2-3.

Những tài liệu nghiên cứu các khe nứt nhỏ - trong quá trình lập hoàn công địa chất công trình cho phép kết luận rằng : đa số các trường hợp đá có mang các khe nứt nhỏ hoàn chỉnh phân chia toàn khối đá thành các khối nhỏ có kích thước khác nhau tùy thuộc vào mức độ nứt nẻ, cũng như trong và ngoài các đới ảnh hưởng của các phá huỷ kiến tạo và trong các đới đá phong hoá. Ở các khu vực riêng biệt trong các đá dung nham mảnh vụn và póc fi rit bazan ở các phần nằm ngoài đới ảnh hưởng của các phá huỷ kiến tạo lớn, đá bị phân cắt bởi mạch hoàn chỉnh các khe nứt nhỏ hơn. Quy luật thay đổi mức độ nứt nẻ của đá phụ thuộc vào loại thạch học của nó, cũng như ảnh hưởng của các yếu tố ngoại sinh đến mức độ nứt nẻ, cho phép dự báo được các hiện tượng địa chất công trình có thể xảy ra trong quá trình thi công để điều chỉnh thiết kế thi công trong quá trình xây dựng công trình ngầm.

### 3. Phân vùng các khối đá cứng theo mức độ bảo toàn

#### 3.1. Đới phong hoá mạnh (dăm - sét)

Đới này bao gồm các mảnh vụn không trộn lẫn của đá gốc, bị phong hoá (có kích thước từ dăm đến cục nhỏ) bị phân chia bởi rất nhiều các khe nứt phong hoá, được lấp đầy bằng sét sắt hoá và á sét, chiếm khoảng 20-50% so với thể tích chung của đất, chỉ tiêu bền cắt :  $\tau_g = 0,35$  ;  $c = 0,15 \text{ kg/cm}^2$  ; bề dày của đới từ 1÷10cm.

#### 3.2. Đới phong hoá (đới tầng, dăm sạn)

Là đá cứng bị phân chia thành các tầng bởi các khe nứt phong hoá, một phần bị lấp nhét bởi vật á sét - sạn, hàm lượng các vật liệu này không quá 20% ở phía trên mặt đới và giảm xuống tới 1-2% ở phía dưới đáy đới. Phần lớn các vết nứt không có sét lấp đầy.

Đá phong hoá yếu, thuộc loại bền và bền trung bình (cường độ khoáng nén 1 trục là  $250-800\text{kg/cm}^2$ ). Độ bền cắt của đá tảng - dăm sạn đã khảo sát ở khối giữa các đới trộn lẫn của các đứt gãy kiến tạo:  $\tau_{\phi} = 0,65$ ;  $e = 0,20\text{kg/cm}^2$ . Bề dày của đới phong hoá từ 0,5-10m.

Theo yêu cầu kỹ thuật khi thi công đã loại bỏ hết đất đá của đới phong hoá mạnh khỏi nền móng các công trình. Khi đào các công trình ngầm trong đá phong hoá đã sử dụng phương pháp nổ mìn.

Trên nhiều mặt nghiêng của đá giữa đới phong hoá và đới nguyên vẹn khi lập tài liệu địa chất đã phát hiện được đới giảm tải của khối đá. Đới này trong thời gian địa chất dài ở 2 bên thành của thung lũng sông Đà đã xuất hiện sự mở rộng các khe nứt kiến tạo và tiếp xúc (không rửa trôi các vật chất sét lấp đầy), do phân phối lại ứng suất tự nhiên trong phần đá cứng của các trụ giữa các khe nứt độ bền cắt bị giảm đi và nâng cao độ thấm nước của khối đá.

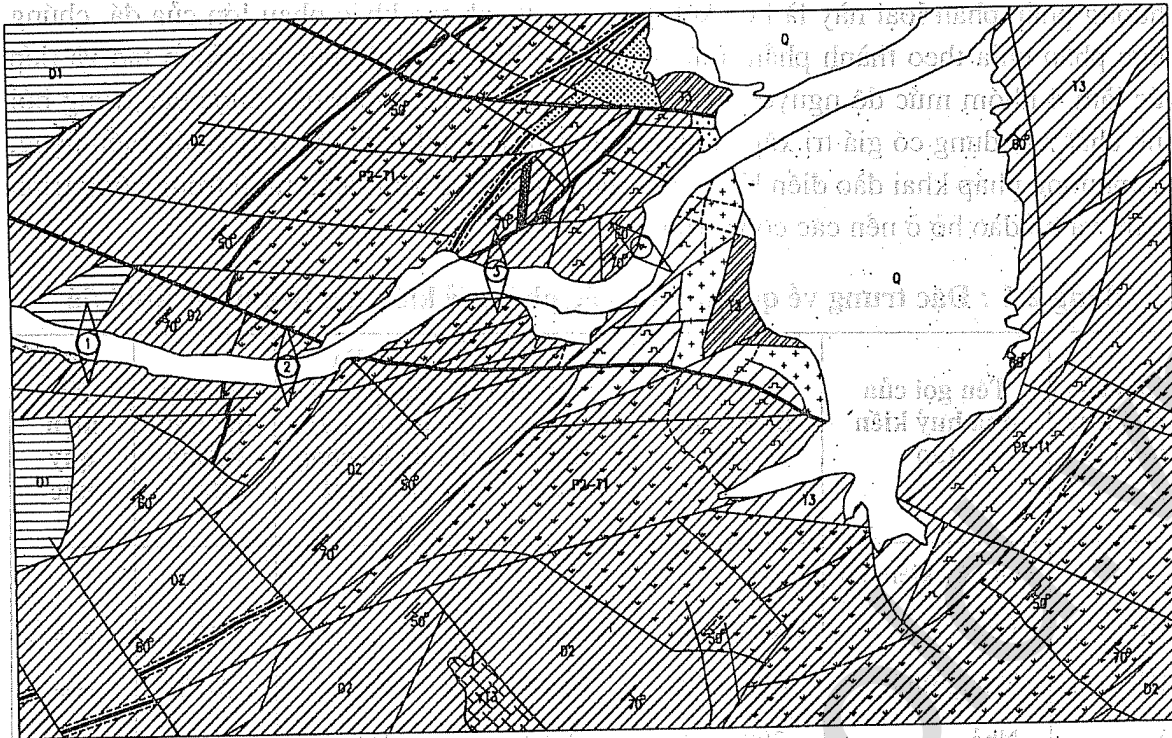
Khi đào các công trình ngầm, do trạng thái ứng suất ban đầu của khối đá có sự thay đổi nhanh, cũng như do tác động của nổ mìn nên trong khối đá xuất hiện đới giảm tải với mức độ phát triển tương đối mạnh.

Phương pháp tin cậy nhất để xác định ranh giới đới giảm tải là phương pháp carôta siêu âm. Phương pháp này cho phép xác định quy mô phát triển của đới giảm tải theo thời gian khi đường biên của gương hầm cố định hoặc do tác động của việc hạ tầng gương đào. Theo các báo cáo địa vật lý, đới giảm tải xung quanh các hầm như ở tường thượng lưu gian máy thay đổi từ 1,2÷6m, ở tường hạ lưu từ 7÷16m đới giảm tải có nguồn gốc nhân tạo  $R_0 = 6\div 12,5\text{m}$ , ở các cao độ cao hơn 16m, thực tế đới này chiếm toàn bộ bề dày trụ đá giữa gian máy và gian biển thế.

Như vậy, kết quả nghiên cứu địa vật lý để xác định ranh giới và hình dạng đới giảm tải phù hợp với đường biên của đới xác định bằng phương pháp phân tử hữu hạn của Viện thiết kế thủy công, năm 1984 trên cơ sở các tính chất cơ lý do cơ quan khảo sát cung cấp.

Bề dày của đới giảm tải công nghệ xung quanh các hầm thường là nhỏ, được khống chế bởi bề rộng khoang đào của hầm, thành phần thạch học và mức độ phá huỷ kiến tạo của đá, công nghệ khoan nổ, sự phân bố các lớp trong đới nằm kê gấn mái dốc, các hố đào hở. Tài liệu địa vật lý cho thấy đới giảm tải  $R_0$  ở các hầm dẫn nước vào số 1,2:  $R_0 = 0,1\div 1,6\text{m}$ , ở các khu có thể nằm nông (gần cửa nhận nước) do ảnh hưởng của việc mở hố móng cửa nhận nước:  $R_0 = 0,4\div 5,9\text{m}$ .

Từ năm 1982 trên công trường đã áp dụng phân loại địa chất công trình tổng quát các đá theo nhóm mức độ bảo toàn (xem bảng 2-4) được sử dụng khi lập các bản vẽ thiết kế và tài liệu hoàn công các công trình ngầm và hố móng hở. Ưu điểm của



### Ký hiệu

- |      |   |      |   |
|------|---|------|---|
| (1)  | Các tầng cấu trúc và thành hệ   | (13) | Các phá hủy tách vỡ lớn, dài..... với chiều rộng ảnh hưởng 20 - 100m.....                     |
| (2)  | Tầng Devon dưới D1..... lục nguyên  | (14) | Các phá hủy tách vỡ trung bình, dài....., với chiều rộng đối ảnh hưởng 3-30m (tách vỡ.....)   |
| (3)  | Tầng Devon giữa D2..... cacbonat  | (15) | Ghi chú: Các phá hủy tách vỡ được biểu thị bằng ..... chi tiết của khu công trình nghiên cứu. |
| (4)  | Tầng cấu trúc Pecmitreen - Triat dưới   | (16) | Các ranh giới và kí hiệu khác   |
| a    | a. Thành hệ cacbonnat spilit  | (17) | Ranh giới của các tầng kiến trúc  |
| b    | b. Thành hệ pocofia   | (18) | Ranh giới các thành hệ.   |
| c    | c. Thành hệ lục nguyên - phun trào.   | (19) | Các yếu tố thể nằm của đất đá.  |
| (5)  | Tầng Triat trên, thành hệ lục nguyên chứa than T3   | (20) | Các yếu tố thể nằm của các phá hủy tách vỡ.   |
| (6)  | Trầm tích Đệ Tứ, chủ yếu là trầm tích sông, hồ - đầm lầy  | (21) | Các vị trí tuyến đập đưa so sánh của đầu mối thủy điện.                                       |
| (7)  | Các thành tạo xâm nhập  |      | 1. Bình Thượng ;  |
| (8)  | Các thể vữa đá thuộc thành hệ sau Pecmi ..... (được biểu thị bằng ..... lớn nhất ở khu vực công trình). |      | 2. Hòa Bình Thượng ;  |
| (9)  | Granitôit Triat muộn γT3  |      | 3- Hòa Bình Giữa; 4. Hòa Bình Hạ (là tuyến công trình đã xây dựng).                           |
| (10) | Các phá hủy kiến tạo  |      |   |
| (11) | Đứt gãy khu vực, sâu ..... dài hơn 100km  |      |   |
| 12.  | Các đứt gãy cục bộ dài hơn .....  |      |   |

**Hình 2-1 : Sơ đồ cấu trúc kiến tạo khu vực thủy điện Hòa Bình**



phương pháp phân loại này là liên kết được các thành tạo khác nhau lớn của đá, chúng được phân chia theo thành phần, mức độ phong hoá, mức độ phá huỷ kiến tạo và tiếp xúc làm 4 nhóm mức độ nguyên vẹn (từ "0" đến 3). Các nhóm này được đặc trưng bởi tính chất xây dựng có giá trị xấp xỉ nhau, các chỉ tiêu tính toán độ bền và độ biến dạng, các phương pháp khai đào điển hình, các giải pháp công trình điển hình trong công trình ngầm và hố đào hở ở nền các công trình.

**Bảng 2-1 : Đặc trưng về qui mô của các phá huỷ kiến tạo trong các khối đá**

Cấp của phá huỷ kiến tạo	Tên gọi của phá huỷ kiến tạo	Độ kéo dài (m)	Biên độ dịch chuyển A,m	Bề dày trung bình đối cả nát hay bề rộng khe nứt (mm)	Bề dày đối ảnh hưởng B,m	Ký hiệu quy ước
III	Đứt gãy kiến tạo - Lớn	3000-10000	100-1000		10	==
IV	- Trung Bình	1000-3000	10-100	250	3-10	==
V	- Nhỏ	300-1000	1-10	150	1-3	--
VI	Khe nứt kiến tạo					
VII	- Lớn	100-300	0,1-1,0	50	0,1-1,0	- -
	- Trung bình	30-100	0,1	10	0,1	- 0 -

**Ghi chú :** Các khe nứt nhỏ kéo dài không quá 3m không có đới ảnh hưởng là mức độ nứt nhỏ (phong) của đá.

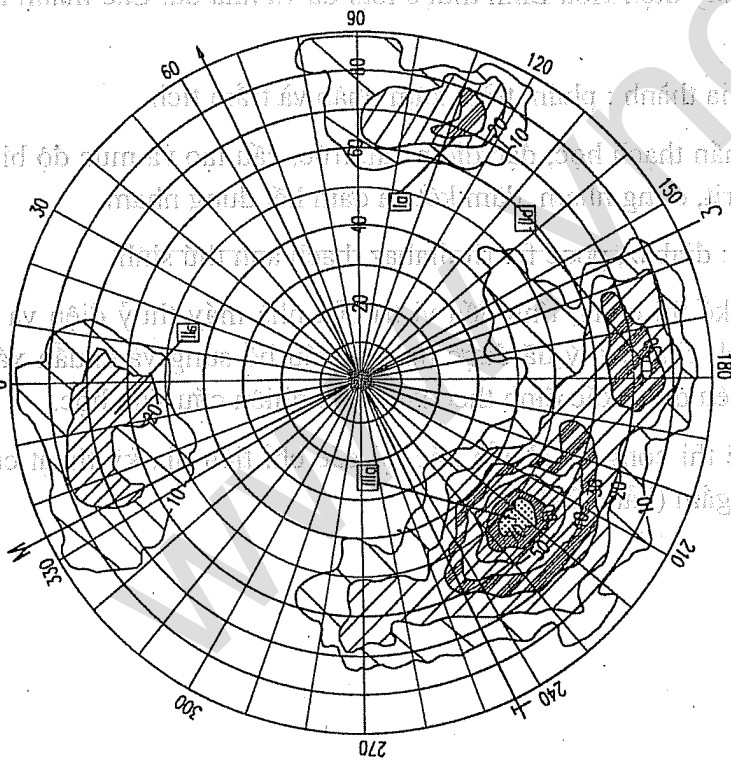
**Bảng 2-2 : Các đặc trưng về phá huỷ kiến tạo**

Cấp phá huỷ kiến tạo	Khoảng cách trung bình giữa các phá huỷ	Bề dày trung bình đới ảnh hưởng dọc	Chiều dài trung bình của phá huỷ	Phân chia các phá huỷ theo bề rộng dịch chuyển (bề rộng khe nứt)%				Mức độ phân cắt khối đá
				5m m	5-20 mm	200-100 mm	100-500 mm	
IV	300-500	5	1000	-	20	30	50	Mạng hoàn chỉnh của các khe nứt
V	100	1,6	3000	-	20	40	40	
VI	50	0,5	100	-	40	60	-	-
VII	10-15	0,05	50	30	50	20	-	



**Bảng 2-3 : Các hệ thống khe nứt chính trong khối đá cứng phun trào**

N <sup>o</sup>	N <sup>o</sup> . Hệ thống khe nứt	Định hướng của khe nứt theo các yếu tố cấu tạo của khối	Các yếu tố thể nằm		Phân bố hệ thống khe nứt
			Phương vị hướng dốc	Góc dốc	
1	Ia	Đọc - pháp tuyến với dòng chảy dung nham	70-140	50-85	Các khe nứt thô và nhỏ
	Ib		250-320	50-85	
2	IIa	Ngang - pháp tuyến với dòng chảy dung nham	160-200	50-90	"-"
	IIb		330-20	50-85	
3	IIIa	Cắt chéo 1 góc với dòng chảy dung nham	250-250	30-70	Các khe nứt nhỏ
	IIIb		20-70	50-80	



Chi chú :

Tổng số lượng các vết nứt 520  
 Các hệ thống khe nứt Ia, IIa, IIb, IIIa  
 khảo sát được và có trong tài liệu  
 hoàn công địa chất công trình

Ký hiệu :

→ 3 Là hướng vào trục gian máy  
 gian biến thể hình long của van  
 và tụy nen thoát nước gian máy  
 → Hướng trục của tất cả tụy nen  
 dẫn nước và 3 hầm xả  
 nước nhà máy thủy điện

**Hình 2-2 : Sơ đồ hình tròn các vết nứt lớn hơn trong đá sống rỗng vùng công trình chính thủy điện Hòa Bình**

## II. CÁC ĐẶC ĐIỂM ĐỊA CHẤT ĐƯỢC XÁC ĐỊNH TRONG QUÁ TRÌNH XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH NGẦM

### 1. Đặc điểm về địa hình, địa chất

Như đã nói ở trên, công trình ngầm thủy điện Hoà Bình được đặt trong khối đá đồng nhất ở bờ trái tuyến đập có kích thước 1,5÷2km, có địa hình ít bị phân cắt, độ dốc tương đối đều về các phía, trung bình từ 25÷30° (thay đổi trong khoảng 20÷40°)

Mái dốc của đới đã được hình thành ổn định qua nhiều biến động tự nhiên, song tính ổn định này bị ảnh hưởng trong quá trình thi công do nổ mìn, do tích nước hồ chứa và tác động của dòng chảy trong quá trình vận hành công trình.

Cấu tạo địa chất khu vực chủ yếu là đá của hệ tầng trên P<sub>2</sub>hb<sub>2</sub> từ các đá có nguồn gốc núi lửa dạng Pooc fi rit bị phân cách bởi các đai và các thể xâm nhập dạng vĩa của diabaz và pooc fi rit diabaz.

### 2. Tính chất cơ lý đá và các chỉ tiêu tính toán

(Trích báo cáo địa chất năm 1988)

Đá gốc làm nền đầu mối thủy điện Hòa Bình thuộc loại đá và nửa đá. Các thành tạo Đệ tứ. Các mảnh thô, cát và sét.

Đá cứng và nửa đá được chia thành : phún trào, xâm nhập và trầm tích.

Đá phún trào theo thành phần thạch học, đặc điểm cấu trúc, cấu tạo và mức độ biến đổi chia thành : bazan pooc fi rit, dung nham, dăm kết và dăm kết dung nham.

Các đá xâm nhập bao gồm : diabaz, pooc fi rit diabaz thạch anh thứ sinh.

Trong mỗi giai đoạn thiết kế thi công, tính đến vị trí của nhà máy thủy điện và tổ hợp đầu mối thủy điện, các tính chất cơ lý đá được nghiên cứu bổ sung và chuẩn xác. Giới hạn thay đổi của các chỉ tiêu được xác định theo kết quả nghiên cứu tĩnh học.

Trong giai đoạn lập bản vẽ thi công đã chuẩn xác lại các chỉ tiêu địa kỹ thuật của khối đá nằm trong công trình ngầm (bảng 2-4)



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Nhóm I	Đá mac ma bị phá hủy kiến tạo hoặc phong hoá, nứt nẻ mảnh hoặc phân phiến, khối mảnh và nhỏ, mềm yếu và cứng chắc trung bình, ít khi cũng chắc ở dạng cục, clorit hoá mạnh, oxit hoá đôi khi sắc pen-tin- hoá, lẫn vật liệu dăm - á sét theo các khe nứt	Trong các đới ảnh hưởng của đất gây kiến tạo và khe nứt dài từ 30-100m và dày từ 0,1-1m đến 10m, trong đới phong hoá, ít gặp trong đới nguyên ven đá cứng trong đới phong hoá ngoài đới ảnh hưởng của các đứt gãy và khe nứt. Bề dày đới phong hoá 2-10m	15-30	3-7	200-1000	1-20	2-4	150	60	2-4	0,75	2,0	0,3	10	50			Đá có độ nguyên vẹn trung bình, ở mái dốc và trong công trình ngầm, dễ bền vững, có thể bị phá hủy, sụt lở ít khi có khối với thể tích lớn. Đá phong hoá không đảm bảo chất lượng ở nền móng các công trình. Đá không phong hoá đảm bảo chất lượng ở nền móng các công trình. Đá không phong hoá đảm bảo chất lượng ở nền móng các công trình.

1	<p><b>Nhóm I :</b></p> <p>Đá mác ma nứt nẻ, mạnh và trung bình, phân khối nhỏ và trung bình, cứng chắc, clorit hoá yếu ít khi gặp vật liệu dăm - á sét theo các khe nứt kéo dài -trung đới ảnh hưởng của các khe nứt và đứt gãy kiến tạo - kéo dài từ 30-100m đến 3000m và dày từ 0,1-1 đến 10m trong giới hạn đới phong-hoá, giấm tái và đá nguyên vẹn</p>	18	Nhóm I :	Đá mềm yếu, mái dốc đứng và hố móng công trình ngầm không bền vững, có thể bị phá huỷ toàn bộ, vỡ vụn sụt lở có khối lượng lớn, không đảm bảo chất lượng ở nền các công trình trọng điểm. Phụ xi măng không có hiệu quả	
2		Đá mác ma (tuỳ các mảnh vụn dung nham) nứt nẻ yếu, phân khối trung bình và lớn, cứng chắc và rất cứng chắc	17		
3		Trong các khu có hình dạng không đều kích thước từ 1-2m đến 20-100m và dạng kéo dài -trung đới ảnh hưởng của các khe nứt và đứt gãy kiến tạo - kéo dài từ 30-100m đến 3000m và dày từ 0,1-1 đến 10m trong giới hạn đới phong-hoá, giấm tái và đá nguyên vẹn	16		400
4			15		60
5			14		0.25
6			13		2.5
7			12		0.8
8			11		5-7
9			10		70
10			9		550
11			8		0.5-2
12			7		0.5-2
13			6		25-20
14			5		7-20
15			4		5-15
16			3		
17			2		
18			1		

1	<p><b>Nhóm II</b></p>	18		
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				

1	<p><b>Nhóm III</b></p>	18		
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				

Để tính toán các thông số tối ưu của mái dốc đã xác định các chỉ tiêu tính toán độ bền cắt theo các khe nứt của các tập khác nhau và theo các trục đá trong đới đá bảo toàn và giảm tải ngoại sinh.

Theo mức độ bảo toàn tự nhiên tất cả các đá được chia thành 4 nhóm, đối với mỗi nhóm đã xác định các chỉ tiêu độ bền và biến dạng tính toán để tính các công trình bê tông (bảng 2-4).

Tùy thuộc vào mức độ phức tạp và độ tin cậy của các công trình phụ trợ đã đưa ra các chỉ tiêu tính toán với các kiến nghị có lợi.

Trong quá trình khảo sát địa chất công trình bổ sung ở vai phải của đập, các yếu tố địa chất công trình đã được chuẩn xác cùng các chỉ tiêu tính toán tính chất đá. Tất cả các chỉ tiêu địa kỹ thuật đã đưa ra dưới dạng các bảng hay các phụ lục trong các báo cáo.

Bảng các chỉ tiêu tính toán địa cơ của đá mác ma tập Hoà Bình trên ( $P_2hb_2$ ) để đặt vỏ cố định các công trình ngầm thuỷ điện Hoà Bình, đã xác định vào 4/1984 ghi trên bảng 2-4.

#### **Ghi chú :**

Khi có tác dụng nổ mìn các chỉ tiêu biến dạng khối đá sẽ giảm đi 2 lần

\* Các chỉ tiêu sử dụng trong tính toán độ biến dạng khi bê dày của đá nhóm 2 với độ bảo toàn lớn hơn 3,0m

\*\* Các chỉ tiêu lấy thống nhất đối với đá bảo toàn nhóm 2 và 3 khi hàm lượng đá nhóm 2 không lớn hơn 30% so với thể tích chung của khối đá và bê dày đới nhóm 2 không lớn hơn 3m. Khi hàm lượng đá nhóm 2 lớn hơn 30% so với thể tích chung của khối đá mô đun biến dạng lấy tương ứng với đá nhóm 2.

### **3. Tình hình địa chất thuỷ văn khu vực**

Khu vực công trình ngầm được cấu tạo bởi các đá có thành phần chính là đá phun trào hệ thống Pecmi hạ, bao gồm các đá : bazan-poc fia rit và dăm kết dung nham của chúng, mảnh vụn dung nham và dung nham mảnh vụn với các đại diabaz. Địa khối bị phân cắt thành các khối bởi 2 đứt gãy kiến tạo lớn : 500 và 626 (đứt gãy vatsinh). Từ bề mặt tới độ sâu 5-15m đá mácmatit bị êluvi hoá và trở nên mềm yếu. Trong các điều kiện tự nhiên (trước khi bắt đầu xây dựng đầu mối thuỷ lực) các đá ê luvi hóa yếu bị biến đổi dưới tác dụng của nước chảy tràn trên bề mặt tự do.

Đá mác matit nguyên dạng thấm nước yếu của tầng này là tầng cách nước. Cấp nước cho tầng chứa nước là lượng nước thấm từ sườn dốc của thung lũng và các khe dưới dạng nguồn nước chảy xuống dưới với lưu lượng đến 1,0-1,5l/s. Mực nước ngầm đo được trong các lỗ khoan ở độ sâu 0,5-2,0m trong mùa mưa và 5-10m vào mùa khô.

Theo thành phần hoá học nước thuộc loại hiđrô cacbonát- clorit- natrimagne, hàm lượng khoáng 0,3g/l, có tính kiềm yếu pH =7,5÷8,5, không ăn mòn đối với bê tông.

Việc đào các hầm lớn và các hố móng làm biến đổi trạng thái ứng suất chung của khối đá macma và do đó ảnh hưởng đến chế độ thủy động học chung của tầng chứa nước. Khi đó miền thấm được bổ sung thêm bởi đới giảm tải - công trình ngầm và hố móng.

Việc thay đổi điều kiện địa chất thủy văn của khu đá dẫn tới sự hạ thấp tổng thể mực áp lực của gương nước ngầm trên các hầm : đến 60-80m ở phần trung tâm (gian máy, gian biến thế), đến 10-15m ở khu vực các hầm dẫn nước ra.

Trong đới ảnh hưởng của phá huỷ kiến tạo lớn N500 (lỗ khoan P7 và P9 bảng 2-5) đã phát hiện mực nước hạ thấp mạnh nhất đến 90-100m. Điều này là do quá trình giảm tải ở các đới phá huỷ kiến tạo yếu cắt khối theo hướng á kinh tuyến.

Tại khu bố trí tổ hợp ngầm đã quan sát được mực nước ngầm trong các lỗ khoan của mạng pizomet như sau :

**Bảng 2-5**

N <sup>o</sup> lỗ khoan	Cao độ tuyệt đối của mực nước (m)			Ghi chú
	Mùa mưa năm 1987	Mùa khô 11/1987 đến 4/1988	Mùa mưa 1988 nước hồ chứa 70	
P1	138	121,76	110,76	
P2	136	105,02		
P3		113,00	143,01	
P4	100	98,69	102,94	
P5	141	135,3	142,4	
P6	140	134,3	124,45	
P7	47	45,27	46,82	
P8	100	82,37	99,31	
P9		5,24	54,54	
P10		108,06	73,61	
P11	98	6,13		
P12	104	98,97	99,77	
P13	120	90,01		
P14		71,51	81,0	
P15		99,77	99,99	
P16		167,15	144,15	

Quá trình hạ thấp mực nước chưa đạt đến ổn định. Mực nước trong lỗ khoan P10 cắt qua khe nứt 500 từ tháng 4 đến tháng 11 năm 1983 bị giảm xuống 24m (do áp dụng



biện pháp phun xi măng chống thấm ở bờ trái đập tràn vận hành vùng có khe nứt 500 (cát qua).

Quan sát thường xuyên cho thấy xuất lộ nước trong các hầm dưới dạng xả tia hay nhỏ giọt từ vòm và tường. Khi cao độ của nước hồ chứa ở cao độ 70,0m đo được thấm yếu với cột áp 2-3m và lưu lượng 1,5-2 l/s theo khe nứt 566 (cấp V) xuất lộ ở hầm dẫn tới giếng thang máy (III.7) từ 80,0÷(-1m). Khe nứt 566 (phương vị độ : 350° L55-60°) không trực tiếp liên quan với hồ chứa nước thượng lưu. Nó bị ngấm nước qua khe nứt 500. Thấm theo khe nứt 500 được xác định : ở hầm giao thông (HKT) đến 1,0l/s (III.5,0m) và chảy thành dòng ở hầm thoát nước gâm máy (ΔTM) đến 3-4l/s (34,0m). Mục nước dưới đất của khu bố trí tổ hợp ngấm không thay đổi khi tích nước hồ chứa tới cao độ 70m, sự nâng cao không đáng kể (khoảng 3-7m) trong các lỗ khoan P4, P5, P7, P8 do miền cấp nước thấm được tăng cường trong mùa mưa.

#### 4. Khảo sát bổ sung và điều chỉnh trong quá trình thi công tuyến năng lượng

Các công trình trên tuyến năng lượng là những công trình phục vụ cho việc chạy các tổ máy. Các công trình ngấm tuyến năng lượng được bố trí trong đá phún trào bờ trái gồm : cửa lấy nước, tụy nen dẫn nước vào chịu áp lực cao, gian nhà máy và gian biến thế, hành lang cửa van, các tụy nen áp lực dẫn nước ra với các hầm cửa van và tháp điều áp, các tụy nen vận chuyển thiết bị, vận chuyển cấp và thông hơi, các hành lang tiêu nước, thông gió và các hầm phụ trợ.

Bề rộng gian máy khi đào là 26-29m, chiều cao đào lớn nhất là 60m. dài 264,5m. Khu vực nhà máy có trên 50 công trình đào với công dụng khác nhau.

Trong giai đoạn thiết kế kỹ thuật, tài liệu địa chất thu được cho thấy sự phá huỷ kiến tạo của các khối đá khá mạnh, nên phải hạn chế khẩu độ đào ngấm dưới 8m. Vùng bị phá huỷ kiến tạo có chiều dày 20-40m chiếm 20% khối lượng toàn khối đá đào. Để nghiên cứu kỹ địa chất công trình khu vực bố trí nhà máy thủy điện ngấm, công trường đã đào đường hầm khảo sát N°5a trong phần dưới vòm gian máy suốt chiều dài gian máy. Trong quá trình xây dựng cũng đã nghiên cứu lại điều kiện địa chất của các đường hầm, xem xét các mẫu khoan, quan sát các hố đào đột đầu và phát hiện đá gốc, xem xét lại các bản đồ địa chất và sơ đồ kiến tạo vùng công trình đầu mối. Kết quả thực hiện các công việc trên đã kiểm tra lại lý thuyết phân chia các vùng kiến tạo và phân vùng các khối đá theo độ nguyên vẹn, từ đó cho phép cải thiện đáng kể về dự báo các điều kiện địa chất của khối đá, phục vụ cho công tác thiết kế và thi công tại chỗ.

Khảo sát hiện trường đã khẳng định rằng, các công trình trên tuyến năng lượng nằm trong phạm vi khối kiến tạo phá huỷ nhẹ, trong đó có các vết nứt kiến tạo lớn và một vết nứt kiến tạo trung bình loại IV - N°500, không ảnh hưởng đến các khoang đào chính có kích thước lớn. Cơ sở dự báo các phá huỷ này trong chiều sâu khối đá đã được khẳng

định là chính xác khi đào tổ hợp công trình ngầm. Một mạng lưới khá thưa thớt các vết nứt kiến tạo nhỏ loại V trong khối đá bờ trái đã được khẳng định và chính xác hoá khi lập các tài liệu địa chất công trình đợt đầu của công tác đào hầm và sau đó là công tác đào ngầm.

Các tài liệu địa chất mới cũng đã khẳng định rằng, các khối đá phá huỷ kiến tạo chủ yếu thuộc các vùng ảnh hưởng của phá huỷ kiến tạo có chiều dày 1-3m ở các vết nứt nhỏ và đến 10m - ở các vết nứt cỡ trung bình. Tài liệu địa chất sau khi được chính xác lại (thực hiện trong giai đoạn thiết kế kỹ thuật) đã cho phép loại bỏ các khối đá có chứa thạch anh, can-xít, epít và các khoáng sản bên khác ra khỏi sự phân loại các vết nứt. Về sau đã tách được các khu vực cục bộ bị clorit hoá cao ra khỏi vùng bị ảnh hưởng của một số vết nứt.

Khối lượng thực tế của đá nhóm 1 cần phải đặt an ke gia cố khi đào trong khu vực tổ hợp ngầm là dưới 1% khối lượng toàn bộ khối đá. Các loại đất nhóm 0 (đất đá vỡ vụn; milofin, ácginihi zít thủy nhiệt hoặc sét thuộc thành phần khoáng sản khác nhau có canxít sống, kanxedon, thạch anh cùng các khối đá nứt nẻ mạnh) tạo nên các vùng hỗn hợp các vết nứt kiến tạo chiếm một phần nhỏ trong khối đá.

Trong cấu tạo của khối đá được xem xét có các loại đá phun trào cấp 2 và 3 của tầng thượng Hoà Bình thuộc loại bazan-póócfirít cũng như các loại lavôbrec, lavôklatíc, bazan-póócfirít. Các loại đá này tạo thành các lớp có độ dày khác nhau, có hướng cắm về phía sông và hạ lưu dưới góc  $60^\circ$ . Xen kẹp các lớp đá này có một số đai diabaz chiều dày 0,5-7m, chủ yếu thuộc các đứt gãy bậc V cũng như đai metasomatit thạch anh - albít nứt nẻ (kvadít loại 2), chúng xen lẫn nhiều theo một số vết nứt nhỏ, còn theo vết nứt N<sup>o</sup>500 thì chúng nằm xen trên mặt bằng ở cao độ 80m.

Các loại đá nằm trong tổ hợp ngầm có độ kháng nén một trục từ 400 đến 1600kg/cm<sup>2</sup>.

60-80% khối đá (dưới vùng phong hoá và éczogen) là đá nhóm 3, nứt nẻ ít, khối trung bình và lớn, bền chắc và rất bền chắc, trị số tính toán đặc trưng  $E_0 = 140 \times 10^3$  kg/cm<sup>2</sup>,  $K_0 = 1000$  kg/cm<sup>2</sup>.

Khoảng 1% khối đá là đá nhóm 1 với  $E_0 = 10 \times 10^3$  kg/cm<sup>2</sup> và  $K_0 = 50$  kg/cm<sup>2</sup>.

Các vết nứt nẻ lớn, trung bình và nhỏ loại VI-VIII, cũng như các đứt gãy nhỏ được phân thành 6 hệ thống: hệ thống Ia có hướng song song với dòng chảy duy nhất; hệ thống b cắt vuông góc với chúng gần song song với các đường phân tầng, các hệ thống Ia và IIb cắt dòng chảy theo các góc nhọn ( $50-90^\circ$ ) theo hướng lệch  $10-20^\circ$  so với hướng đổ của dòng chảy và các hệ thống IIIa và IIIb cắt đường chéo góc với các dòng chảy.

Mức độ nứt nẻ nhỏ xác định đá liên khối được kiểm tra bằng các đặc điểm cấu kiến tạo của chúng và được khẳng định bằng những thay đổi lớn nhất theo hướng và bước

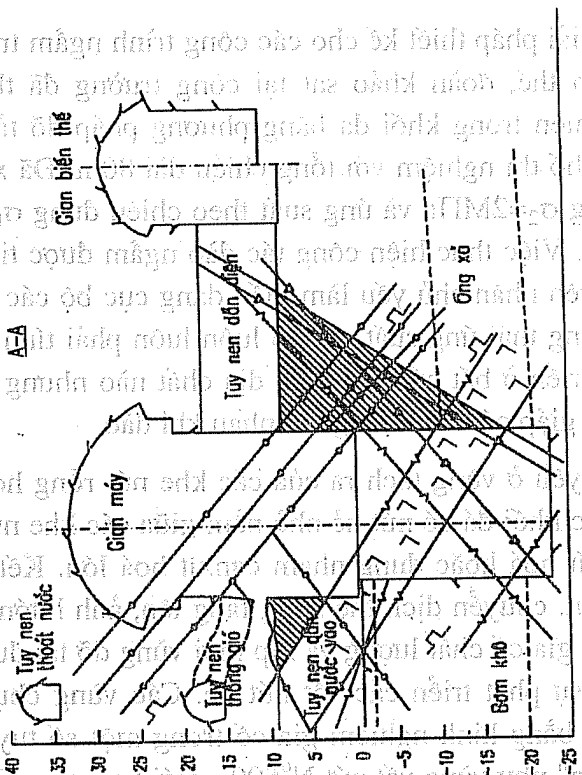
của các vết nứt. Các đai diabaz nhỏ (phần khối đặc trung 0,05-0,2m), lavoklastic, cũng như các loại đá dạng petrografit ở các khu vực khác nhau của các vùng ảnh hưởng của một số vết nứt kiến tạo, tạo nên phần thứ 5 của toàn bộ khối lượng của các vùng ảnh hưởng, được phân biệt bằng độ nứt nẻ nhỏ cục bộ.

Từ 4 hệ thống nứt nẻ chính nêu trên ở các khu vực khác nhau của khối đá thường được chia thành 2-3 hệ thống nứt nẻ trung bình và chỉ có 1-2 hệ thống nứt nẻ lớn, với khoảng cách (bước) thay đổi trong phạm vi rộng. Trong phạm vi 20-40° các yếu tố phân tầng của chúng cũng thay đổi. Ở các khu vực khác nhau có sự khác biệt rõ nét cả về các đặc điểm cấu tạo vết nứt của cùng các hệ thống đó: chiều rộng và vữa tường trên mặt, sự hiện diện của các khối đá chia ra hoặc các khối nguyên vẹn, tính chất clorit hoá hoặc séppen hoá của bề mặt và thành phần chất nhét làm đầy các vết nứt.

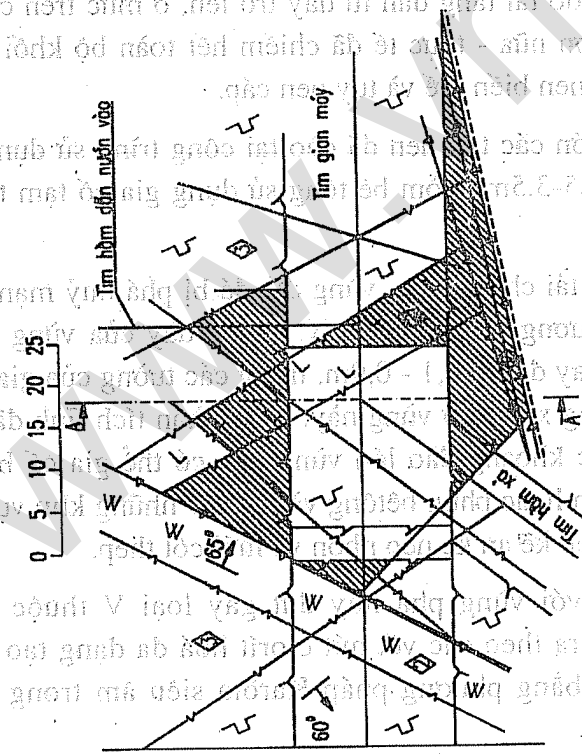
Trong quá trình xây dựng tổ hợp phức tạp các công trình ngầm, với sự bổ sung của tài liệu địa chất công trình đã cho thành lập và chính xác lại các bản đồ - mặt cắt tổng thể tỷ lệ 1:500 ở các mức độ khác nhau cho toàn bộ khối đá, cũng như các mặt cắt đứng theo các trục của các công trình đào ngầm và các mặt cắt đứng cách nhau 50m theo hướng vuông góc với trục đường ống xả nước nằm sâu trong khối đá.

Việc đối chiếu và tổng hợp các số liệu nhận được đã làm cơ sở cho việc dự báo cập nhật và hàng tháng về các điều kiện địa chất công trình để đào các công trình ngầm. Chúng được sử dụng trong việc nghiên cứu công nghệ khoan nổ, lựa chọn các loại gia cố cố định và tạm thời và các giải pháp thiết kế khác cần đòi hỏi cơ sở địa chất cá biệt. Thí dụ điển hình có thể nêu ra là mặt bằng và mặt cắt theo khu vực tổ máy số 1 của nhà máy thủy điện, là tổ máy phức tạp nhất về các điều kiện địa chất công trình, cũng như về hình dạng giao cắt của các công trình đào ngầm (hình 2-2). Ở đây độ bền vững của tường và vòm của ống xả được xác định bởi 3 đai đồ vào nhau dưới các góc nhọn (60-70°). Sự liên kết của các đai với các lớp đá nằm xen lẫn đã bị phá huỷ bởi hai vết nứt kiến tạo loại III. Các vết nứt nẻ cắt ngang của các hệ thống Ia, IIb và IIIa tạo nên các khối có thể năng không ổn định trong điều kiện tháo tải. Bề mặt tường của một số vết nứt nẻ đã bị clorit hoá mạnh và khi khối đá bị ngập nước đã làm giảm độ bền xuống mức rất thấp. Các hiện tượng này kết hợp với các chấn động do nổ mìn khối lớn và cục bộ ở các khối đá nằm gần đó đã làm sập một khối lượng 150m<sup>3</sup> tại vùng ống xả giáp với tường hạ lưu nhà máy. Dựa theo các điều kiện địa chất công trình và mức độ dỡ tải công nghệ của các phân đá chừa lại giữa các khoang đã thiết lập thiết kế chính xác việc gia cố các hố đào, xác định trình tự nghiêm ngặt cho công tác đào và làm chính xác công nghệ của công tác này. Các thông số khoan nổ đã được hiệu chỉnh lại. Tất cả các khối nổ mìn lớn đã được trạm kiểm tra địa chấn hiệu chỉnh lại. Việc hiệu chỉnh các đồ án thiết kế đã cho phép tiến hành công tác đào ngầm sau này tiến hành thuận lợi.

**MẶT BẰNG ĐỊA CHẤT  
Ở CAO ĐỘ 0,00M**



- 8. Các nhóm đá nguyên vẹn;
- 9. Các khối đá dễ bị sụt lở nguy hiểm;



- 6. Phá hủy độ chặt loại VII - Vết nứt trung bình có chiều rộng 5-20mm;
- 7. Các thể nằm của vỉa đá và sự phá hoại độ chặt;

**Hình 2-3** Cấu tạo địa chất vùng tổ máy I nhà máy thủy điện

**Các ký hiệu:**

- 1. Lớp Bazan Pogefirrit;
- 2. Diabaz (trong các dải);
- 3. Thạch anh (theo các dải Diabaz);

Để làm chính xác lại các giải pháp thiết kế cho các công trình ngầm trong giai đoạn đầu ở khu vực gian máy biến thế, đoàn khảo sát tại công trường đã thực hiện việc nghiên cứu các ứng suất tự nhiên trong khối đá bằng phương pháp dỡ tải cục bộ trên diện lớn (2,5m-3,2m) khi đào hố thí nghiệm với tổng chiều dài 80m. Đã xác định được ứng suất theo chiều nằm ngang  $\sigma_2=2\text{MPa}$  và ứng suất theo chiều đứng  $\sigma_b=6\text{MPa}$  theo tương quan  $\delta_2 = \delta_b = \lambda = 0,33$ . Việc thực hiện công tác đào ngầm được tiến hành cùng với việc dỡ tải khối đá là nguyên nhân chủ yếu làm biến dạng cục bộ các khối đá, điều này đã dẫn đến sự thay đổi trạng thái ứng suất, do đó luôn luôn phải tính đến tác động của nổ mìn. Việc dỡ tải phát triển ở bất cứ điều kiện địa chất nào nhưng đặc biệt phát triển mạnh trong các vùng tiếp giáp có ảnh hưởng lẫn nhau khi đào.

Việc dỡ tải xuất hiện chủ yếu ở vùng tách ra của các khe nứt rộng hoặc đặc, cũng như trong vùng đứt gãy của các khối đá có nứt nẻ nhỏ nằm giữa các khe nứt phân bố do các loại đất đá phun trào clorit hoá hoặc dung nham canxit hoá lớn. Kết quả là trong khối đá chiều dài được tăng lên, chuyển dịch thế năng tăng lên, ảnh hưởng của các vết nứt nhỏ bị giảm đi nhiều, Việc gia cố chất lượng và kịp thời vùng dỡ tải được dự báo đã làm giảm đi hoặc ngăn ngừa sự phát triển các vết nứt nẻ. Các vùng chuyển dịch thế năng được xác định một phần bằng kinh nghiệm gia cố trong một số tuyen đèn đầu của các vùng kiến tạo "phức tạp" như vùng vết nứt N<sup>o</sup>500 ; giới hạn vùng dỡ tải đã được xác định chắc chắn bằng các phương pháp carôta siêu âm ; độ dày của vùng dỡ tải theo giới hạn tường thượng lưu gian máy thay đổi từ 1,2m-6,0m. Theo giới hạn tường hạ lưu gian máy thì độ dày của vùng dỡ tải tăng dần từ đáy trở lên, ở mức trên cùng của khối đá là 6-12,5m, còn trên cao hơn nữa - thực tế đã chiếm hết toàn bộ khối đá giữa gian máy và gian biến thế, giữa tuyen biến thế và tuyen cáp.

Trong các vòm của phần lớn các tuyen đèn đã đào tại công trình sử dụng gia cố tạm thời bằng các an-ke néo dài 2,5-3,5m. Vòm bê tông sử dụng gia cố tạm thời ở một số đoạn.

Ở phần ngoài của vùng dỡ tải checnogen, vùng đất đá bị phá huỷ mạnh nhất do nổ mìn được tách ra bằng các phương pháp địa vật lý. Chiều dày của vùng đó trong các đường dẫn nước số 1 và số 3 thay đổi từ 0,1 - 0,9m, trong các tường của gian máy từ 0,1 đến 4,3m. Các sạt lở nhỏ thường xảy ra ở vùng này. Việc phân tích tĩnh đã chỉ ra rằng, 80% bề mặt các tường của các khoang đào lớn vùng này có thể gia cố bằng phun bê tông, các an ke néo dài tới 3,5m hoặc phun bê tông và lưới. Ở những khu vực bị phá huỷ nhiều được thực hiện kết hợp xen kẽ an ke néo nhọn và lưới cốt thép.

Các đai diabaz tiếp giáp với vùng phá huỷ đứt gãy loại V thuộc vùng dỡ tải technogen mạnh. Diabaz tách ra theo các vết nứt clorit hoá đa dạng tạo thành mạng lưới hoàn chỉnh. Khó làm rõ bằng phương pháp Karôta siêu âm trong khối diabaz không chất tải.

Việc nghiên cứu thực hiện đào tổ hợp ngầm cùng với việc tiêu thoát nước của các vết nứt kiến tạo hở, đã dẫn đến việc hạ thấp dần mực nước trong khối đá épuzzi ở bờ trái xuống 50-150m và hạ áp lực thuỷ tĩnh lên thành tuyenen và hố đào một cách tương ứng. Vùng đứt gãy kiến tạo N<sup>o</sup>. 500 và các vết nứt trong vùng, ở đó ghi được mức chứa nước thấp nhất ở cao độ 43-50m là khối tiêu nước chính từ thời gian bắt đầu đào tuyenen. Kết quả quan trắc trên 17 Pizomét (ống quan trắc) cho thấy rằng mức giữ nước trong vùng bố trí tổ hợp ngầm phía sau màng tiêu nước của gian máy không liên hệ với hồ chứa. Mức nước đó không chi phối sự thay đổi mực nước mặt, nguồn cung cấp của nó là nước mưa. Các tuyenen tiêu nước và các màng hố khoan tiêu nước thực chất thu hút toàn bộ nguồn-thẩm lậu rải rác không đáng kể vào tổ hợp ngầm. Các hố khoan xiên ở phía trên của màng tiêu nước gian máy phần lớn là khô, ở miệng các hố khoan khác có đọng dỏ giọt không đáng kể.

Cho đến nay ngay cả dòng thấm lậu tập trung duy nhất đi qua vùng đứt gãy N<sup>o</sup>500 giữa mái ống xả nước và tuyenen tiêu nước của gian máy, mà ở đây đường thấm lậu không đáng kể mặc dù gradian cao. Các vết nứt trong vùng đứt gãy chắc là đã được rửa bằng nước của hệ thống tiêu nước trong quá trình đào tuyenen, quan sát không thấy hiện tượng nở phình trong toàn bộ thời kỳ từ 1988. Lưu lượng thấm thấu vào tuyenen trong thời kỳ 1993-1996 đã thay đổi trong phạm vi 1,1-7,5lít/giây do sự thay đổi mực nước của hồ chứa vào thời gian cuối lưu lượng đã giảm đi chút ít.

Thường xuyên xem xét và đo đạc sự thay đổi lưu lượng thấm thấu trong tổ hợp công trình ngầm.

Công tác khảo sát hiện trường thường xuyên khu vực xây dựng công trình đã bổ sung tài liệu về địa chất, địa chất thuỷ văn, độ ổn định của đá ở khu vực, sự biến động của địa chất do tác động của nổ mìn, thi công v.v. đã chuyển cho tổ chức thiết kế công trình để đưa ra những bản vẽ thiết kế thi công chính xác. Đó là một nhiệm vụ không thể thiếu được trong việc thiết kế và thi công công trình ngầm.

Ở công trình thuỷ điện Hoà Bình, Nhà nước, cơ quan thiết kế ban quản lý công trình đã hết sức coi trọng công tác này. Công ty khảo sát 1 trực thuộc cơ quan chủ đầu tư đã làm việc liên tục trong thời gian thiết kế và xây dựng công trình. Họ thực sự đã góp phần quyết định cho việc đảm bảo chất lượng công trình ngầm thuỷ điện Hoà Bình.

### III. NHỮNG PHÁ HỦY CÓ NGUỒN GỐC NHÂN TẠO TRONG CÁC KHỐI ĐÁ KHI THI CÔNG CÁC CÔNG TRÌNH NGẦM

Các phá huỷ và sụt lở trong hầm liên quan chặt chẽ với sự hình thành các đới yếu xung quanh hầm, kích thước và quy mô của chúng quyết định bởi một số yếu tố: Trước tiên là cấu tạo địa chất - thành phần và tính chất của đá, kiến tạo vùng - bước và hướng của mạng khe nứt; Hai là, tải trọng xuất hiện chủ yếu do việc mở rộng các khe nứt bị

**Bảng 2-7 : Đặc trưng chủ yếu của các phá hủy và sụt lún trong tổ hợp ngầm thủy điện Hoà Bình trong thời gian thi công**

TT	Tên hầm	Vị trí sụt lún			Ngày tháng sụt lún	Thể tích sụt lún m <sup>3</sup>	Đá	Nhóm bảo toàn	Gia cố			Thời gian từ khi đào đến khi sụt lún	Nguyên nhân có thể gây sụt lún	
		ΓK	Nóc	Tường phải					Tường trái	Không có	Không thực hiện			Đã thực hiện
1	OTC-1	0+14 -0+28	+		27.1.87	150	Dungnham poocfrant bazan	3				1 năm	Nổ mìn bãi M-3 khoan từ M-3	
2	M.3. tường thượng lưu, khai mỏ B-1,3,4		+		5.87	15	"	3					Không gia cố viên cửa	
3	M.3 Hạ lưu	0+78+			23.7.87		"	2+3				3-4 tháng	Nổ bãi trong M-3	
4	M.3 Hạ lưu	1+08 1+87	+	+	24.8.87	8	"	3				4 tháng	Nổ bãi ở T-3	
5	TKT-2	1+98	+	+	4.12.87	5-8	"	3				1 tháng		
6	G. máy khoáng tổ máy 1	0+59		+	18.1.88	0.3	Đai diabaz	2				4 tháng		
7	G. máy khoáng tổ máy 1	0+50	+	+	24.1.88	0.3	Dungnham pooc frant bazan	3				1 năm		
8	Gian biết thế (T-3) hạ lưu	2+16+ 2+20	+	+	26.1.88	8.0	"	3				5 tháng		
9	Gian máy (M-3) hạ lưu	2+00	+	+	7.3.88	20	"	2				1 ngày	Sụt lở xảy ra sau khi đào lối khu vực này	
10	Gian máy (M-3) hạ lưu	2+10+ 2+20	+	+	7.3.88	80	"	2				1 ngày		
11	Hành lang dẫn điện số 6 (T-6)	0+14+ 0+18	+	+	2.7.88	2.0	"	3				3 tháng	Sụt lở theo 2 khe nứt giao nhau	
12	Hầm "T"	0+63,6 -0+71	+	+	7.10.88 24.10.88	180	Dungnham cầu bazan pooc frant	2						Sụt lở diễn ra sau khi nổ mìn



clorít hoá và các khe nứt hay dịch chuyển của các đới kiến tạo có sét lấp đầy cũng như trong đá cứng hay các đứt gãy có các trụ kẹp giữa các khe nứt. Thứ ba, do sự gia cố không kịp thời và không đảm bảo chất lượng các đới dự báo giảm tải.

Các tài liệu hoàn công địa chất công trình cho thấy các yếu tố có ảnh hưởng không nhỏ đến sự hình thành đới yếu là : ảnh hưởng của các vụ nổ mìn trong các vị trí gần, nước thi công chảy từ các tầng trên của hầm, vượt qua sự mở rộng cho phép của tiết diện ngang hầm và khoảng lưu không tới gương lớn quá mức cho phép. Việc vi phạm công nghệ khoan nổ, vượt quá khối lượng nạp mìn tối ưu, bước tối ưu của các lỗ khoan viên, không thiết kế gia cố trước, bên trong các đới yếu được chia thành các đới gần kề mặt bị phân cắt và phá huỷ bởi nổ mìn, kích thước của đới này trong các hầm theo tài liệu siêu âm dao động từ 0 đến 4,3m, trung bình : 1,4÷2,0m. Phần này của đới yếu cần gia cố hình mạng an ke cơ bản L=3,5m, phun bê tông, hàn lưới thép theo đầu thô của an ke.

Theo quy mô có thể chia đới yếu hình thành các sụt lở làm 2 dạng sau (xem bảng 2-7)

Đa số các phá huỷ đã diễn ra có thể tích không lớn (từ 0,3 đến 20m<sup>3</sup>) từ phần gần bề mặt của đới yếu bị phá huỷ và vỡ vụn do nổ mìn;

Dạng thứ 2 : các sụt lở lớn, là các đới yếu hình thành trong điều kiện địa chất phức tạp nhất. Để ngăn chặn các sụt lở lớn phải đặc biệt chú ý các đới gần bề mặt tại các khu có điều kiện địa chất công trình phức tạp phải gia cố toàn bộ đới yếu.