

Cơ sở chọn phương án bảo vệ và gia cố sườn dốc bên khối đất đá rời có liên kết sét

Foundation of choosing projects for defending and reinforcing slopes side massif of loose rocks, but are combined by clayey materials

Đỗ Thụy Đăng^a

^a Hanoi University of Mining and Geology, Hanoi, Vietnam
* Dothuydang@gmail.com (corresponding author's E-mail)

Abstract

Artificial slopes side massif of loose rocks, but are agglutinated by clayey materials, which can be fallen down very easily, while be obliged working in pasty state were soaked by water a long time. In order to expel cause of misfortunes by gravity water may create for these slopes, for retaining unshakeable stability of them, with high effects on economy, technique, safety and relationship with environment; the best way is combining a compatible vegetational cover with a system of flexible, reinforcing compositions, which are taking on not only load bearing a long time, but also effective drainage.

1. Khái niệm chung:

1.1. Ở nước ta lâu nay, mùa mưa bão, cũng là mùa nhiều đoạn sườn dốc (SD) bên khối đất đá rời có liên kết sét (KĐRLKS) bị trượt lở. Có một số đoạn đã trượt lở nhiều lần. Tuy mỗi sự cố sạt lở SD, lại có tập hợp những nguyên nhân riêng; nhưng chúng đều có những nguyên nhân điển hình, từ các yếu tố: thành phần vật chất, sự biến đổi các tính chất cơ-lý-hóa liên quan đến nước, các trận mưa lũ có liên quan, đặc tính hình học, độ thoát nước mặt, độ thoát nước ngầm, hệ thực vật che phủ, kết cấu tường chắn (TC) gia cố chúng..., cùng với những biến dạng và chuyển vị mà SD phải nhận.

1.2. Các đặc tính cơ-lý-hóa của KĐRLKS luôn có khả năng biến đổi mạnh theo hàm lượng nước. Khi khô hạn quá mức, chúng dễ co ngót và nứt nẻ. Còn khi bị dòng nước ngầm tác động lâu, chúng dễ trương nở và nhão chảy (nhất là khi trong chúng có các hợp phần sét montmorillonite và bentonite).

Mọi SD nhân tạo bên các KĐRLKS đều làm thay đổi nhiều thông số tự nhiên. Một số thông số mới, có thể phải sau khi SD làm việc 1 thời gian, mới tỏ rõ sự chưa tương hợp. Nếu mưa giông bão; vừa làm cho nước ngầm dưới nền và trong chúng vượt ngưỡng an toàn, biến chúng thành nhão chảy; vừa gây thêm chấn động, chúng rất dễ bị trượt lở; thậm chí, có thể tạo ra nón phóng vật (dejection cone) và dòng huyền phù nào đó (hình 1, hình 2 & hình 3). Thêm nữa, nếu hệ thống SD có cả phần dương (sau khi cắt xén bề mặt tự nhiên cùng với thảm thực vật sẵn có) và phần âm (thường có khối đắp và chịu ảnh hưởng của tải trọng phía trên); thông thường phần SD âm kém ổn định và dễ trượt lở hơn; nhất là khi khối đắp chưa được



Hình 1: Cảnh người đi qua điểm sạt lở tại quốc lộ 4D. (Ảnh: Công Hải - Quang Duy/TTXVN [1])

tăng cường liên kết, hoặc liên khối hóa... mà cả nền và bản thân chúng lại đều chưa được xử lý thoát nước ngầm tương thích.

1.3. Để lượng nước ngầm trong KĐRLKS bên SD không quá giới hạn; một mặt cần lái dòng và hạn chế nước mặt qua lại KĐRLKS đó; mặt khác cần tạo cho cả KĐRLKS và TC đều có khả năng thoát nước ngầm hiệu quả cao [4]. Với nhóm các SD nhân tạo bên các KĐRLKS có phần ngược lộ thích hợp, nhưng chưa được xử lý thoát khối tác hại của nước ngầm dưới nền và bên trong; mà chỉ có các thông số hình học an toàn tự nhiên; nói chung, chúng vẫn chưa tiết kiệm được chi phí chung, thời gian thi công, diện tích mặt bằng thực tế và chưa giảm được mức tác động đến môi trường sinh thái...



Hình 2: Cảnh khắc phục đoạn sạt lở Quốc lộ 1A qua thôn Cần Lương, xã An Dân, huyện Tuy An, Phú Yên. [2]

1.4. Chuyên đề này, không tính toán các thông số của SD và các kết cấu gia cố chúng; cũng không nhắc lại các biện pháp lái dòng và hạn chế nước mặt thâm nhập vào KĐRLKS bên SD đã được nói trong nhiều tài liệu khác [5]. Chuyên đề này, một mặt phân tích nguyên nhân cơ bản gây trượt lở các SD nhân tạo (kể cả SD đào và SD đắp) bên các KĐRLKS, không có hệ khe nứt tương ứng với hệ mặt trượt, nằm trên cạn, nhưng dễ biến đổi tính chất cơ-lý-hóa bởi động lực nước ngầm; mặt khác, liên hệ với 1 số SD đã có, để nêu định hướng chọn các giải pháp hỗ trợ nâng độ cao và góc của SD lên; sao cho vừa đạt hiệu quả kinh tế, kỹ thuật và an toàn cao, vừa phù hợp với môi trường sinh thái và giảm nhẹ rủi ro do thiên tai bão lũ; trọng tâm là định hướng chọn biện pháp thoát nước ngầm dưới nền và trong KĐRLKS bên SD có hiệu quả hơn, tránh cho chúng khỏi bị nhào chảy và gây sự cố trượt lở nào đó.

2. Phân tích cơ bản:

2.1. Các vụ trượt lở SD bên các KĐRLKS thường xảy ra khi mưa bão lớn, động lực nước dưới nền và trong KĐRLKS ở đây tăng mạnh; làm cho từng phần hay toàn bộ chúng bị nhào chảy. Một số điểm SD đã trượt lở vài lần, mặc dù được kiên cố hóa bằng TC cứng. Một số điểm SD trượt lở cung đường cong lõm, đã phải chuyển thành cầu cạn. Một số điểm trượt lở SD dương có mặt bằng rộng, đã chấp nhận khả năng trượt lở tiếp và bảo vệ bề mặt sử dụng, bằng tường xếp rọ đá, hoặc tường xếp đá hộc, cách chân SD dễ trượt lở 1 khoảng nào đó, để đón và thu gom phóng vật rấn từ SD lao xuống (gọi chung là tường chờ phóng vật SD). Các phương án này đều rất tốn kém; riêng phương án tường chờ tuy dễ thi công nhanh, nhưng chỉ nên áp dụng để phòng bão lũ khẩn cấp; sau đó cần sớm thay thế bằng TC gia cố SD thích hợp; để sớm sử dụng được mặt bằng chung, tạo được cảnh quan ổn định bền vững và thân thiện với môi trường sinh thái.

2.2. Nguyên nhân chính dẫn tới các vụ trượt lở KĐRLKS bên SD, là do các nhà thiết kế SD chưa lường hết mức biến động về tải trọng liên quan đến nước ngầm:

2.2.1. Xem xét biểu thức thông dụng để tính gần đúng cường độ áp lực ngang p_{ng} tại 1 điểm của

$$\text{KĐRLKS bên SD: } p_{ng} = \gamma h \tan^2 \left(\frac{90^\circ - \varphi}{2} \right) \quad (1)$$

Trong đó: γ - Dung trọng của KĐRLKS đang xem xét; h - Khoảng cách từ mặt thoáng đỉnh SD xuống đến vị trí tính. p_{ng} ; φ - Góc ma sát trong của KĐRLKS đó.

Tỷ lệ b_γ giữa các trị số γ , khi quá bão hòa nước mưa $\gamma_{bh\max}$ và khi khô γ_k , tại cùng một KĐRLKS bên SD, thường dao động trong khoảng:

$$b_\gamma = \frac{\gamma_{bh\max}}{\gamma_k} = (1,15 \div 1,25)$$

(2).

Độ lớn gần đúng của φ khi khô φ_k và khi quá bão hòa nước φ_{bh} của một KĐRLKS bên SD dao động trong khoảng:

$$\left\{ \begin{array}{l} \varphi_k = (40^\circ \div 45^\circ) \\ \varphi_{bh} = (10^\circ \div 12^\circ) \end{array} \right\}$$

(3).

Như vậy, khoảng biến đổi sơ bộ tỷ lệ $b_{p(ng)}$ giữa các p_{ng} , khi lớn nhất trong trạng thái quá bão hòa nước mưa $p_{ng(bh)}$ và khi khô $p_{ng(k)}$ thường là:

$$b_{p(ng)} = \frac{p_{ng(bh)}}{p_{ng(k)}} = (2,55 \div 3,20) \quad (4).$$

2.2.2. Thêm nữa, khi KĐRLKS bên SD đã bị động lực nước ngầm làm cho nhão chảy, lại bị thêm tác dụng của xe cộ hoạt động và sấm sét, để trở thành p_{ng}^* mức tăng toàn phần $b_{p(ng)}^*$ giữa chúng có thể đạt tới:

$$b_{p(ng)}^* = \frac{p_{ng}^*(bh)}{p_{ng}^*(k)} = (4,50 \div 5,20) \quad (5)$$

Trong đó: p_{ng}^* - Cường độ áp lực ngang tại 1 điểm SD, đã bị nhão chảy, lại bị cộng hưởng bởi xung động từ xe cộ hoạt động và sấm sét.

2.2.3. Biểu thức (5) tuy chưa hợp đủ mọi tác hại bất thường làm tăng p_{ng} ; nhưng kết quả sơ bộ của nó, đã đủ lớn buộc chúng ta phải nhìn lại các thiết kế TC gia cố SD bên các KĐRLKS đó. Nếu TC đủ bền vững với mọi tải trọng có thể xuất hiện, phỏng theo vỏ côn trùng [4]; chắc chắn TC đó kém hiệu quả trong phần lớn thời gian khai thác. Còn nếu TC chỉ đủ bền vững với các tải trọng xuất hiện theo chu kỳ 1 vài năm trở lại, bỏ qua các tải trọng xuất hiện theo chu kỳ hàng chục năm trở lên, cho dù chúng có cường độ rất lớn; chắc chắn chúng sẽ là hiểm họa tiềm ẩn cho TC đó.

Để TC bên KĐRLKS bền vững, nhưng tiết kiệm, trong điều kiện bão lũ bất thường; rất cần áp dụng các đối sách vừa giảm lượng nước trọng lực ngầm đến, vừa tăng khả năng giải phóng nước trọng lực ra khỏi KĐRLKS bên SD (kể cả thoát qua thân TC) và dưới nền; nhằm khống chế lượng nước ngầm ở đây chỉ dưới mức bão hòa; giữ cho liên kết trong đó là hợp lý nhất; phỏng theo bộ da người, cùng với bộ lông, các nang lông và lỗ chân lông ở đó [4].

2.3. Theo khả năng ứng xử với tải trọng và điều kiện môi trường; dẫn tới những áp lực đột biến của các KĐRLKS bên SD; có thể chia các TC gia cố các SD đó thành 2 nhóm chính [4]:



Hình 3: SD bên đường bị sạt lở cuốn trôi hàng loạt cây cỏ thụ [3].

- Nhóm 1: Nhóm các TC cứng (mô phỏng vỏ côn trùng), ứng xử không đổi với tải trọng và điều kiện môi trường (hình 4); nhờ sự tách biệt (gần như) khuôn cứng giữa KĐRLKS lưng TC với không gian phía trước TC và hệ phản lực không nhỏ hơn mọi tác động của SD.

Trên thực tế, các TC cứng này, thường chỉ đạt hiệu quả kinh tế, kỹ thuật và an toàn cao, khi tải trọng lâu dài $P_{(a)ld}$, dao động dưới tải trọng lớn nhất $P_{(a)max}$ trong miền hẹp $\delta_{(c)}$ gần đúng là:

$$\left[\delta_{(c)} = \frac{P_{(a)max} - P_{(a)ld}}{P_{(a)max}} \right] \leq 0,15. \quad (6)$$

- Nhóm 2: Nhóm các TC linh hoạt (mô phỏng da người) ứng xử linh hoạt với tải trọng và điều kiện môi trường; nhất là với hỗn hợp 3 pha (khí, lỏng và rắn) hình thành từ KĐRLKS phía lưng TC. Các TC nhóm này có thể làm việc theo 2 chế độ:

cứng và linh hoạt; nhờ khả năng tương tác thích đáng và khả năng liên thông hợp lý giữa KĐRLKS lưng TC và không gian phía trước TC (đặc biệt là cho phép thoát nước ngầm để giữ cân bằng áp lực trước và sau TC); đảm bảo vừa bù trừ những biến thái có hại đến đặc tính KĐRLKS bên SD; vừa làm việc ổn định lâu dài khi KĐRLKS bên SD đã liên kết ổn định (hình 5).

Nhóm 2 này còn được phân chia theo sự có mặt của thảm thực vật trên SD, thành 2 phân nhóm:

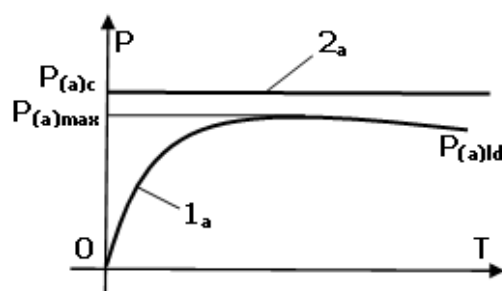
- + Phân nhóm các TC linh hoạt kém xanh, có ít hoặc không có sự tham gia của cây cỏ.
- + Phân nhóm các TC linh hoạt xanh, với sự tham gia đáng kể của cây cỏ, để cho TC đạt được hiệu quả cao về kinh tế, kỹ thuật, an toàn và thân thiện với môi trường.

Trên thực tế, các TC nhóm 2 này, có thể đạt hiệu quả kinh tế, kỹ thuật và an toàn cao, khi tải trọng lâu dài P_{ld} , dao động dưới tải trọng lớn nhất P_{max} trong miền rộng $\delta_{(th)}$ (hình 5) gần đúng là:

$$\left[\delta_{(th)} = \frac{P_{max} - P_{ld}}{P_{max}} \right] \leq 0,85. \quad (7)$$

2.4. Nói chung sự biến đổi cơ-lý-hóa bởi nước và rung động của các KĐRLKS bên các SD nhân tạo, nhất là các SD đắp (hình 2); đều nguy hại cho sự ổn định của toàn cơ hệ. Nếu chỉ chú ý tiết kiệm trước mắt, mà không đảm bảo thoát nước trong chúng và chưa gia cố thích hợp hoặc bằng TC cứng (đường 2 hình 5), hoặc bằng TC linh hoạt (đoạn A'C' hình 5), chắc chắn chúng rất dễ bị sự cố, nhất là khi cả nền và KĐRLKS đó đã bị nhão chảy, lại bị tác dụng của các xung động do xe cộ, do sấm sét... gây ra.

2.5. Dưới đây chúng ta dựa vào tài liệu [4], để tìm hiểu sơ bộ tính năng của các bộ phận chính hợp thành các kết cấu mang tải điển hình, của các TC linh hoạt điển hình; để vừa làm rõ những lập luận đã nêu trên; vừa làm rõ quan điểm: “sáng tạo công trình càng xanh; càng xứng danh sáng tạo”.



Hình 4: Biểu đồ mô phỏng tương quan cần thiết giữa khả năng mang tải của TC cứng với áp lực SD được gia cố, có đặc tính ít biến đổi, để toàn cơ hệ đó bền vững an toàn.

- 1_a – Biểu đồ áp lực SD theo thời gian.
- 2_a – Khả năng chịu lực cần thiết của TC cứng.

D/ Nhóm giải pháp cải thiện môi trường sinh thái của SD (kết hợp các thông số hình học của SD với thảm thực vật tương sinh).

E/ Nhóm giải pháp hỗn hợp 2 hay nhiều giải pháp trong các nhóm khác nhau. Trong đó chủ yếu là phối hợp neo - ống thoát nước với các giải pháp khác.

3.2. Dưới đây chỉ là định hướng chọn các bộ phận cơ bản của SD trong các giải pháp tổ hợp có hiệu quả cao về kinh tế, kỹ thuật, an toàn và thân thiện với môi trường nhiệt đới gió mùa nước ta; trên cơ sở kết hợp tăng liên kết với tăng khả năng thoát nước trọng lực trong KĐRLKS bên SD nói chung:

3.2.1. Biện pháp công trình: Chọn TC có cấu trúc vừa phù hợp yêu cầu mang tải và thoát nước lâu dài, vừa dễ bổ sung bởi các kết cấu mới, cũng như dễ bổ sung thảm thực vật tương sinh:

- Trừ các TC có yêu cầu riêng (xem mục 3.8), nói chung các TC gia cố các SD bên các KĐRLKS đều nên có tỷ lệ cần thiết phần mặt lộ KĐRLKS.

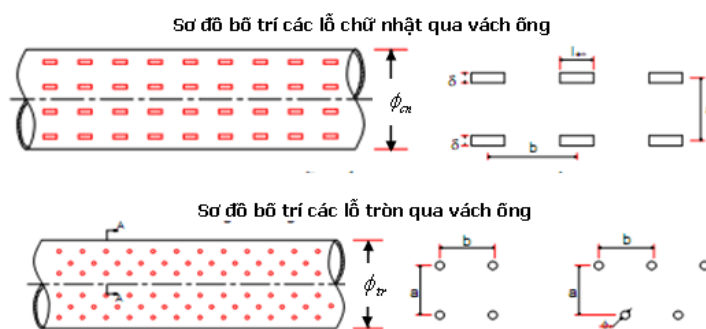
- Khi các thông số hình học và đặc tính của KĐRLKS bên SD cho phép gia cố SD bằng hệ thống vì neo độc lập; thay cho phải kết hợp phụt ép

vữa bê tông hóa và bơm hạ mức nước ngầm cho KĐRLKS đó; tốt nhất nên sử dụng phối hợp các kết cấu neo thoát nước xuyên qua TC với các kết cấu neo thường nền (hình 6 và hình 7). Thêm nữa, vì KĐRLKS bên SD dễ biến đổi tính chất cơ-lý-hóa theo lượng nước; cho nên, để đạt hiệu quả kinh tế - kỹ thuật cao, mọi neo ở đây đều không cần ứng suất trước, nhưng đều cần vận dụng nguyên lý giảm chiều dài [6] và riêng các neo xuyên qua TC, đều nên bố trí dốc ra (hình 7), với: $i \geq (0,3\% \div 0,5\%)$.

(8).
- Để tạo điều kiện tăng cả độ dốc và độ cao của SD bên KĐRLKS; nhằm giảm khối lượng thi công và diện tích bề mặt; nên gia cố SD bằng TC linh hoạt, với kết cấu chịu lực cơ bản nên là hệ thống dầm – giằng, hoặc mảng khối kết hợp với hệ thống các neo - ống thoát nước.

- Khi gia cố các SD bên KĐRLKS vừa cao, vừa dốc đứng, nếu chỉ dùng tường rọ đá, chắc rằng sẽ vừa phải tăng thể tích khối tường trọng lực, đến mức gần như thay KĐRLKS trong cung trượt bằng khối tường; vừa khó tái tạo thảm thực vật ở đây (hình 8 và hình 9).

- Khi gia cố các SD thấp bên KĐRLKS, nếu độ dẫn nước của chúng tương đối tốt; vẫn có thể sử dụng TC xếp rọ đá (hình 9), hay TC xếp đá (hình 10) tùy theo điều kiện hiện trường và mức đầu tư; còn nếu độ dẫn nước của chúng kém, lại sử dụng TC cứng (kiểu TC trọng lực), có ổ đón nước và ống dẫn nước qua thân (hình 11); chắc chắn vẫn nhiều trường hợp, chưa thỏa mãn yêu cầu thoát nước; khi đó,



Hình 6: Sơ đồ 1 số neo thoát nước kiểu ống bằng kim loại có sơn phủ bitum và sau khi lắp đặt xong, thường được nhồi đầy sỏi cuội; để góp phần gia cố và thoát nước cho KĐRLKS bên SD.

3.5. Khi SD không cao, độ dốc và áp lực nước ngầm vừa phải, KĐRLKS bên SD không dễ thoát nước, nhưng dễ đảm bảo độ phi; có thể kết hợp bảo vệ và gia cố SD nhờ thảm thực vật tương sinh, với chống bão hòa nước và tăng liên kết trong KĐRLKS đó, chỉ bằng hệ thống neo - ống thoát nước thích hợp.

Phương án này cần thiết bị cơ giới, nhưng nếu biết giảm chiều dài vì neo [6], vẫn dễ đạt hiệu quả cao về kinh tế, kỹ thuật, an toàn và bảo vệ môi trường.

3.6. Khi SD cao vừa, độ dốc không lớn, áp lực nước ngầm nhỏ, KĐRLKS bên SD dễ thoát nước và dễ đảm bảo độ phi; có thể bảo vệ và gia cường cho SD bên KĐRLKS nhờ kết hợp thảm thực vật tương sinh với TC linh hoạt đơn giản; cho phép thoát nước (kể cả bốc hơi) qua thân TC; để khi KĐRLKS ở đây có bị biến đổi tính chất cơ-lý-hóa chút ít; chúng vẫn chưa bị nhão chảy đáng kể, áp lực ngang TC vẫn an toàn và toàn cơ hệ được ổn định lâu dài (thí dụ: xếp đá học, xếp rọ đá, ghép tấm lỗ hoa, ghép khối 3 chạc, đặt dầm – giằng ...).

Phương án này cần trình độ thiết kế và thi công không cao và nếu chọn được kết cấu phối hợp thoát nước với gia cố KĐRLKS bên SD có hiệu quả (trước hết là đủ thoát nước, đủ chống lật và chống trượt), vẫn dễ đạt hiệu quả cao về kinh tế, kỹ thuật, an toàn và bảo vệ môi trường.

3.7. Khi SD có độ cao, độ dốc và áp lực nước ngầm đều trung bình trở lên; nếu KĐRLKS bên SD kém thoát nước, nhưng đủ độ phi, có thể bảo vệ và gia cường cho SD đó nhờ thảm thực vật tương sinh, kết hợp với TC linh hoạt phức hợp, gồm hệ thống kết cấu trái không kín mặt SD (từ các tấm lỗ hoa, từ các khối 3 chạc, từ các dầm – giằng ...), cho phép tiêu thoát nước (kể cả bốc hơi) từ phía lưng ra phía ngực và hệ thống kết cấu neo - Ống thoát nước; để vừa tăng hiệu quả triệt tiêu khả năng bão hòa nước, vừa tăng liên kết trong KĐRLKS bên SD, đảm bảo dù cho KĐRLKS ở đây có bị biến đổi tính chất cơ-lý-hóa chút ít nào đó, nhưng khi chưa bị nhão chảy đáng kể, thì áp lực ngang TC vẫn an toàn.

Đặc biệt, khi KĐRLKS ở đây dễ thoát nước và dễ đảm bảo độ phi cần thiết; trong kết cấu TC linh hoạt phức hợp (hình 12), có thể thay hệ thống neo - ống thoát nước bằng hệ thống neo thông thường [5] & [11]. Thêm nữa, muốn áp dụng các TC linh hoạt, trọng lực, không đặc và không neo (xếp rọ đá, ghép khối 3 chạc...); phải kiểm tra tính tiêu thoát nước, chống lật, chống trượt, chi phí ban đầu và mức ảnh hưởng đến môi trường.

Phương án này cần trình độ thiết kế và thi công tương đối cao, nhưng nếu chọn được kết cấu xử lý thích hợp (trước hết là đủ tiêu thoát nước, đủ chống lật và chống trượt), lại vận dụng tốt nguyên lý giảm chiều dài neo [6], sẽ dễ đạt hiệu quả rất cao về kinh tế, kỹ thuật, an toàn và bảo vệ môi trường.



Hình 9: Tường rọ đá neo chống sụt trượt bên đường Hồ Chí Minh [8].



Hình 10: Lối dẫn vào nhà và móng sân nhà bằng đá [9].

3.8. Khi cần chặn nước trong KĐRLKS, SD cần được gia cố bằng TC cứng đặc chắc, đủ chặn giữ KĐRLKS đã nhão chảy, có góc ma sát trong φ_{ch} rất nhỏ ($\varphi_{ch} \rightarrow 0$), nhưng dung trọng γ_{ch} gần bằng dung trọng của KĐRLKS. Nói khác đi, TC cứng ở đây, gần như thành bể chứa bùn từ KĐRLKS đó.

Trong điều kiện cho phép, ngược các TC liên kết khối trong số này vẫn có thể bổ sung thảm dây leo tương sinh (Thí dụ: dây vây ốc - *Ficus pumila* L.), để cải thiện điều kiện vi khí hậu và cảnh quan.

Phương án này dễ đầu tư, dễ thi công và dễ cung ứng vật tư; cho nên cũng dễ bị áp dụng tràn lan; vì thế, hoặc dễ tính thiếu tải trọng lớn bất thường, hoặc phải chọn hệ số dự trữ bền và ổn định k_{dt} , lớn hơn điều kiện (5). Cho nên, càng ngày càng cần hạn chế áp dụng phương án này.

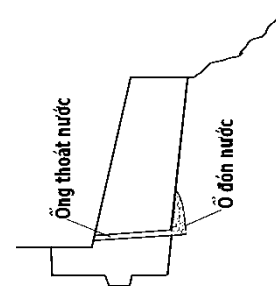
3.9. Ảnh hưởng chủ yếu của các thảm thực vật che phủ các SD bên các KĐRLKS có độ xốp cao (nhất là các SD đắp), không những phụ thuộc vào mật độ che phủ của chúng, cùng với các đặc tính của bộ rễ (tốc độ sinh trưởng, độ dài, bán kính hoạt động, khả năng chịu lực, tuổi thọ, các sinh vật sống nhờ...), mà còn phụ thuộc vào các tải trọng do chúng truyền đến SD (đặc biệt là khi gió bão).

Nói chung, các thảm cỏ chỉ nên sử dụng để chống xói mòn SD, kết hợp điều hòa vi khí hậu và cảnh quan, vì chúng chỉ có khả năng mang tải nhỏ cho SD. Còn các thảm cây thân gỗ chỉ nên sử dụng để che phủ các SD bên các KĐRLKS tàn tích tại chỗ, có nguồn gốc từ các tầng đá liên kết rắn chắc và hầu hết các khe nứt đã được lấp nhét bởi các KĐRLKS. Thêm vào đó, để hạn chế tác hại của gió bão truyền đến SD qua từng cây thân gỗ này, chỉ nên sử dụng các loài cây thân gỗ thấp lúp xúp, có bộ rễ lan tỏa sâu rộng (sim, mua ...), kết hợp với các loài cây thân gỗ lớn, có bộ rễ phụ phát triển mạnh: vừa tỏa rộng, vừa ăn sâu trong các kẽ đá, vừa khó có ý nghĩa nguyên liệu và nhiên liệu gỗ (si, đa ...) [10].

Việc lập SD cân bằng tự nhiên, với các thông số hình học (độ dốc chung, chiều cao tầng, góc dốc sườn tầng ...) và thảm cây xanh hợp lý (chủng loại, mật độ ...); vừa làm thay đổi địa mạo quá nhiều, thậm chí có thể gây biến đổi môi trường sinh thái đáng kể (nhất là khi phải thực hiện cả quá trình bóc thảm thực vật tự nhiên và quá trình tái lập thảm thực vật cần thiết); vừa đòi hỏi phải thực hiện quá trình thi công, bảo dưỡng và duy tu không ngừng; cho nên trong điều kiện kinh tế xã hội hiện nay, việc này cần được coi là ít ý nghĩa thực tiễn và chỉ nên áp dụng hạn chế, như trong mục 3.3.

3.10. Hầu hết các SD bên KĐRLKS đều nên gia cố bằng TC từ đơn giản đến phức hợp, đảm bảo sự cân bằng nhân tạo thích hợp với các yêu cầu kinh tế, kỹ thuật, an toàn và cân bằng sinh thái đã đặt ra. Thêm nữa, để đảm bảo tính bền vững với các tải trọng thực tế, tùy theo khả năng thiết kế, thi công, quản lý và duy tu công trình; nên sử dụng TC linh hoạt tương ứng với các mức chi phí ban đầu và chi phí bổ sung dần khác nhau, tùy theo kết quả quan trắc ứng suất và biến dạng của toàn cơ hệ, cùng với đặc tính làm việc cần thiết của phần mặt lộ SD còn lại và yêu cầu mang tải lâu dài:

- Khi năng lực đầu tư và điều kiện thi công cho phép, ban đầu có thể gia cố SD bằng hệ thống thưa các dầm – giằng, tấm lỗ hoa, khối 3 chạc..., kết hợp với các neo - ống thoát nước xuyên qua các vị trí cần thiết nhất. Sau đó, tùy theo kết quả quan trắc, điều kiện thực tế và yêu cầu đặt ra; mà bổ sung hoặc



Hình 11: Sơ đồ mặt cắt ngang TC cứng trọng lực thông thường.

chỉ thấm thực vật tương sinh; hoặc kết hợp tăng cường hệ kết cấu mang tải (bằng hệ dầm – giằng, tấm lỗ hoa, khối 3 chạc... và các neo - ống thoát nước), với thảm thực vật tương sinh.

- Khi điều kiện cơ giới hóa thấp, các thông số hình học của SD thuận lợi, ban đầu có thể sử dụng kè xếp đá hộc, xếp rọ đá, hay kết hợp xếp rọ đá với xếp đá hộc; sau đó củng cố và gia cường bằng vữa trám từng phần và thảm thực vật tương sinh; hoặc bằng vì neo kết hợp với thảm thực vật tương sinh.

- Trong điều kiện hiện nay, nên phát triển các SD nhân tạo bên KĐRLKS vừa dốc, vừa cao hết cỡ. Khi đó, để gia cố chúng, nên sử dụng các TC linh hoạt tương xứng; sao cho các KĐRLKS đó vừa không bị bão hòa nước, vừa ổn định trong trường ứng suất thích hợp, vừa ít xáo động cảnh quan và môi trường sinh thái tự nhiên; nhưng thuận tiện cho thiết kế và thi công, với các chỉ tiêu kinh tế dễ chấp nhận.

- Đặc biệt, để kết hợp gia cố SD với chặn dòng nước trọng lực phía lưng TC và tạo cảnh quan kiến trúc mới; cũng như khi quy mô SD cần gia cố nhỏ; vẫn cho phép sử dụng các TC cứng đặc chắc đơn giản; tuy nhiên để góp phần điều hòa vi khí hậu và tạo cảnh quan đẹp, trong điều kiện cho phép, các TC này cũng nên bao phủ thêm thảm dây leo bám đá (thí dụ như dây vảy ốc - *Ficus pumila* L.).

4. Kết luận

Khi các thông số hình học của SD bên các KĐRLKS có thể điều chỉnh trong phạm vi tương đối lớn; mặc dù SD đã đảm bảo quy cách các tầng, cơ, mái dốc và hệ thống thoát nước mặt, cùng với thảm thực vật che phủ SD đều hợp lý trong điều kiện thời tiết tốt; nhưng nếu SD vừa chưa có biện pháp công trình kết hợp thoát nước trọng lực trong KĐRLKS đó, với duy trì liên kết cần thiết cho chúng; vừa chưa có dự trữ bền và ổn định thỏa mãn yêu cầu tối thiểu (5); có thể khi mưa bão kéo dài, động lực của nước ngầm biến động mạnh, biến KĐRLKS thành khối nhão chảy 3 pha; SD vẫn phải nhận sự cố nào đó.

Đối với mọi SD nhân tạo bên các KĐRLKS; cần ưu tiên chọn biện pháp công trình phòng theo da người, để phát triển khoa học, kỹ thuật và công nghệ xanh; trước khi tính toán bền và ổn định cho chúng với hiệu quả kinh tế, kỹ thuật, an toàn và cân bằng sinh thái cao, nhất thiết phải chọn được phương án thoát nước trọng lực trong KĐRLKS đó. Một trong những phương án đáng chú ý nhất để kết hợp thoát nước trọng lực và duy trì liên kết trong KĐRLKS bên SD là dùng neo - ống thoát nước (vách và đáy có lỗ), bố trí phù hợp với nguyên lý giảm chiều dài neo gia cố các SD [6], nhưng dốc ra theo (8). Thêm nữa, để thỏa mãn yêu cầu kinh tế, kỹ thuật, an toàn và bảo vệ môi trường bền vững; thông thường, chúng đều nên xử lý dần từ mức kết hợp thoát nước trọng lực và duy trì liên kết trong KĐRLKS SD; đến mức gia cố bằng các TC linh hoạt được bổ sung thích hợp với điều kiện hiện trường.



Hình 12: Thi công hệ thống dầm – giằng – neo gia cố các sườn dốc hào cửa nam hầm Hải Vân.

Khi bảo vệ các SD bên các KĐRLKS không chịu áp lực thủy động lớn bất thường cả 2 phía (bờ đập, cửa cống...), công nghệ mới dùng neo - ống thoát nước, có vận dụng nguyên lý giảm chiều dài, sẽ càng xanh, khi kết hợp với TC linh hoạt nhẹ, để lộ đáng kể bề mặt KĐRLKS bên SD, rồi che phủ bằng thảm thực vật tương sinh. Công nghệ mới này đảm bảo thay thế hoàn toàn các công nghệ lạc hậu: dùng các lỗ khoan đứng thu nước, cùng với các trang thiết bị bơm thoát nước; cũng như hầu hết công nghệ dùng các TC cứng đặc (hình 9) và các TC kết hợp các đặc tính linh hoạt, trọng lực và dày (hình 8; hình 9; hình 10 & hình 11)/.

Tài liệu tham khảo:

- [1] Công Hải - Quang Duy - Sạt lở đất gây ách tắc giao thông nghiêm trọng trên Quốc lộ 4D.
<http://www.vietnamplus.vn/sat-lo-dat-gay-ach-tac-giao-thong-nghiem-trong-tren-quoc-lo-4d/282295.vnp>
- [2] V.Trường - T.Minh - Q.Cầu - D.Thanh - V.Kỳ - Sạt lở 100m quốc lộ 1A địa phận Phú Yên - -13/11/2010 - <http://tuoitre.vn/>
- [3] Đăng Nam & Thái Lộ - Sạt lở đường Hồ Chí Minh - 10/11/2007 – <http://tuoitre.vn/Tuoi-tre-cuoi-tuan/>
- [4] Đỗ Thụy Đăng – Phòng sinh học với các tường gia cố sườn dốc - T/C Người Xây Dựng –Hà Nội – 4&5/2011.
- [5] Đỗ Thụy Đăng – Việc bảo hộ các cửa hầm giao thông tại các sườn núi lư tích - T/C Xây Dựng – Hà Nội – 6/2008
- [6] Đỗ Thụy Đăng - Nguyên lý giảm chiều dài vì neo gia cường các vách đào thẳng đứng – T/C Xây Dựng – Hà Nội – 4/2007.
- [7] Vũ Thắng/VOV - Sạt lở trên quốc lộ 279 địa phận huyện Bảo Yên, Lào Cai.
<http://giaothongvantai.com.vn/thoi-su-xa-hoi/201410/sat-lo-tren-quoc-lo-279-dia-phan-huyen-bao-ye-n-lao-cai-544699/>
- [8] Lê Thế Vinh - Đường Hồ Chí Minh đã hết sạt trượt? - 30/08/2004 <http://vnn.vietnamnet.vn/>
- [9] Trâm Trân - Kiệt tác “có một không hai” ở Việt Nam từ đá – <http://vietnamnet.vn/vn/>
- [10] Đỗ Thụy Đăng – Tăng cường phủ xanh các bờ dốc bên các đường giao thông - T/C Người Xây Dựng – Hà Nội – 4/2008.
- [11] Đỗ Thụy Đăng – Xử lý các bờ dốc bên các đường dẫn đầu cầu Bãi Cháy - T/C Xây Dựng – Hà Nội – 2/2008.