

TÍNH TOÁN HẠ THẤP MỨC NƯỚC NGẦM CỦA HỒ MÓNG BẰNG HỆ THỐNG GIẾNG

ThS. LƯƠNG VĂN ANH

Trung tâm Quốc gia nước sạch & VSMTNT

Tóm tắt: Công tác tiêu nước hồ móng liên quan đến điều kiện địa chất công trình của khu vực xây dựng, kích thước hồ móng, biện pháp đào móng, khả năng ảnh hưởng đến các công trình lân cận vì vậy, nó phụ thuộc vào cả ba khâu: khảo sát, thiết kế và thi công. Giải pháp tiêu nước hồ móng bằng cách hút nước từ hệ thống giếng bố trí xung quanh là giải pháp thông dụng, hiệu quả vì có cơ sở lý thuyết thấm chặt chẽ và thuận lợi trong tổ chức thi công. Tuy nhiên, cũng có trường hợp đã không thành công vì một số các nguyên nhân khác nhau. Bằng trường hợp cụ thể của công Viên Cốc mà tác giả là người đã quan sát từ khi khởi công, tác giả đã sử dụng phần mềm Modflow tính toán lại và kết quả đã phù hợp với thực tế. Thông qua trường hợp này tác giả đã phân tích và đưa ra những nhận định về các nguyên nhân ở trong cả ba khâu khảo sát, thiết kế, thi công có thể làm cho giải pháp tiêu nước hồ móng bằng bơm hút từ hệ thống giếng không thành công.

Khi xây dựng các công trình nói chung, công trình thủy lợi, thủy điện nói riêng thường gặp trường hợp đáy hồ móng đào sâu xuống dưới mực nước ngầm. Trong trường hợp đó, để có thể xây dựng cần phải hút nước tháo khô hồ móng. Công tác tiêu nước hồ móng có thể thực hiện bằng nhiều biện pháp khác nhau phụ thuộc vào điều kiện địa chất công trình, kích thước hồ móng, biện pháp đào móng, khả năng ảnh hưởng đến các công trình lân cận và nhiều yếu tố khác. Vì vậy cần phải tính toán cân nhắc để bảo đảm tiến độ, hiệu quả công việc và hạn chế tối đa ảnh hưởng đến môi trường. Trong những điều kiện cho phép, giải pháp thường được lựa chọn là hút nước từ hệ thống giếng bố trí xung quanh hồ móng.

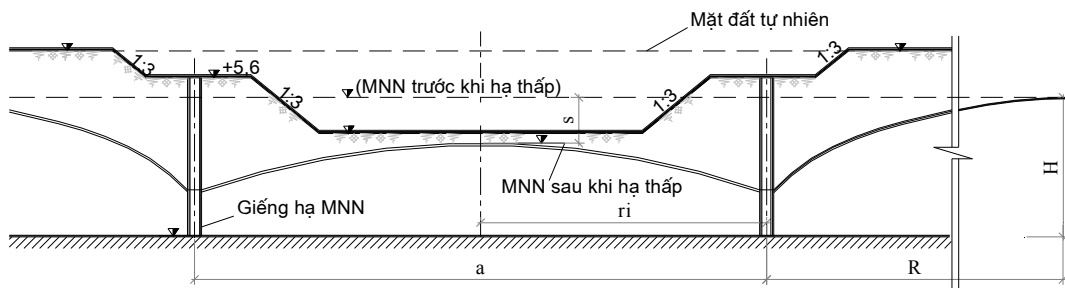
Giải pháp hút nước từ hệ thống giếng thường được lựa chọn vì có các ưu điểm cơ bản:

- Tạo gradient thủy lực ngược với hướng đổ của mái hồ móng, vì vậy, ngăn chặn hiện tượng cát chảy, xói sụt mái hồ móng, cát đùn ở đáy hồ móng.

- Đáy hồ móng thông thoáng, không bị cản trở bởi hệ thống thiết bị tiêu nước, thuận lợi cho thi công.

- Chủ động hạ thấp mực nước xuống dưới đáy hồ móng đến độ sâu yêu cầu, bảo đảm đáy hồ móng khô ráo, thuận lợi thi công.

Giải pháp xử lý tiêu nước hồ móng bằng cách hút nước từ hệ thống giếng được thiết kế dựa trên bài toán giếng tác dụng tương hỗ trong Địa chất thủy văn. Theo nguyên lý cộng tác dụng (nguyên lý cộng dòng), khi các giếng bố trí gần nhau với khoảng cách giữa các giếng a nhỏ hơn hai lần bán kính ảnh hưởng của giếng R thì mực nước trong phạm vi giữa các giếng sẽ bị hạ thấp một giá trị s nhất định. Với các số liệu đã biết như hệ số thấm của đất, kích thước (bán kính và chiều dài ống lọc) của giếng, khoảng cách lựa chọn giữa các giếng ta có thể chủ động hút nước để hạ thấp mực nước xuống dưới đáy móng (hình 1).



Hình 1. Sơ đồ hạ thấp mực nước tháo khô hồ móng bằng hệ thống giếng tác dụng tương hỗ

Bài toán có thể giải cho trường hợp dòng thấm ổn định và không ổn định phụ thuộc vào thời gian thi công hố móng. Về lý thuyết là như vậy, tuy nhiên, trong thực tế sản xuất nhiều trường hợp do các nguyên nhân khác nhau mà sẽ được phân tích dưới đây, đã không hạ thấp được mực nước ngầm đến độ sâu yêu cầu. Trong khuôn khổ của bài báo này chúng tôi trình bày trường hợp công Vân Cốc mà chúng tôi được trực tiếp theo dõi từ đầu. Các số liệu của công Vân Cốc như sau:

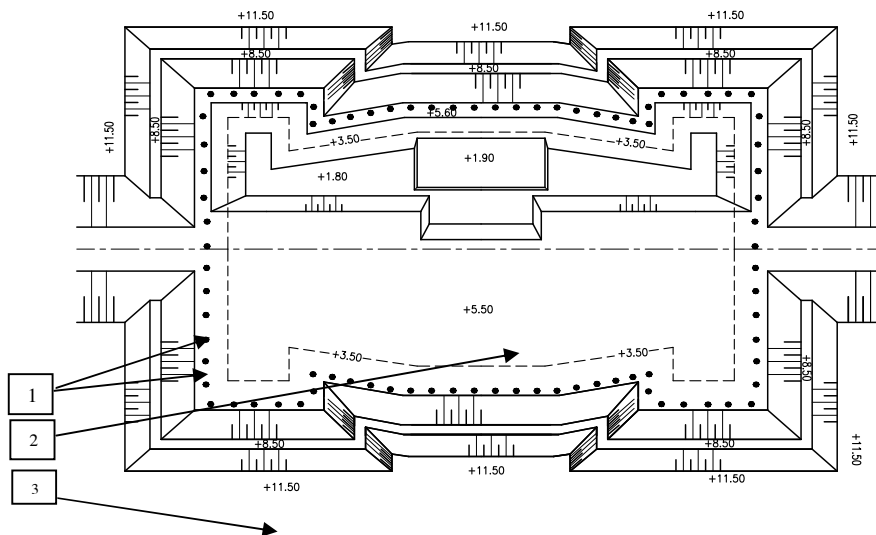
- Kích thước của hố móng gồm chiều rộng đáy móng 53,6m, chiều dài 90m, chiều sâu 10,6m. Mực nước ngầm cao hơn đáy hố móng 4,7m.

- Về địa tầng gồm 5 lớp theo thứ tự từ trên xuống như sau: Lớp 1 và 2 là sét, sét nặng pha dẻo cứng; lớp 3 và 4 cũng là sét, sét trung pha dẻo cứng; lớp 5 là cát mịn có hệ số thấm $k=5.10^{-4}m/s$.

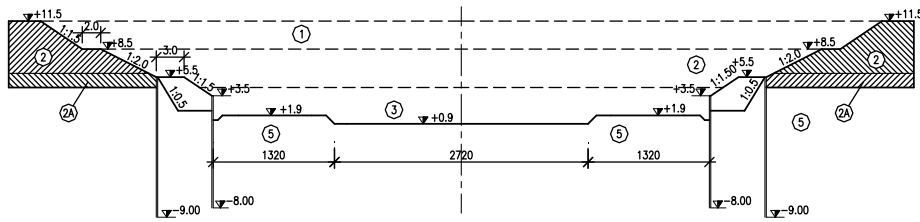
Với các số liệu này đơn vị tư vấn thiết kế đã sử dụng phương pháp thủ công tính toán thiết kế hệ thống giếng kim để hạ thấp mực nước. Kết quả đã bố trí 105 giếng, mỗi giếng sâu 14,6m, khoảng cách giữa các giếng là 2,7m. Tổng lưu lượng bơm hút là $3.200m^3/ngđ$. Sau khi nhận được đồ án thiết kế, nhà thầu thi công đã triển khai hút nước từ tháng 10 năm 2003. Sau một thời gian dài hút nước không tháo khô được hố móng để thi công nhà thầu đã bỏ cuộc và phải thay thế nhà thầu mới. Để rút kinh nghiệm và để

đạt được mục đích tháo khô hố móng chúng tôi đã nghiên cứu đồ án thiết kế trước đây và nhận thấy rằng việc không tháo khô được hố móng có thể do tổng hợp của một số nguyên nhân: chọn độ dài ống lọc và sơ đồ tính thấm không phù hợp, ống lọc không phù hợp với địa tầng gây hiệu ứng bước nhảy cao.... Một hạn chế lớn của phương pháp tính thủ công là không cho phép tính toán với nhiều phương án để lựa chọn. Từ tất cả những vấn đề trên chúng tôi đã áp dụng phần mềm Modflow để tính toán thiết kế. Modflow là phần mềm chuyên dụng được thiết lập trên cơ sở phương pháp sai phân hữu hạn của bài toán thấm 3 chiều. Nó cho phép giải bài toán trong thời gian rất ngắn, vì vậy, có thể giải với nhiều phương án khác nhau.

Như trên đã nói, với cơ sở lý thuyết thấm chặt chẽ việc xác định độ hạ thấp mực nước bảo đảm tháo khô được hố móng là không có gì khó khăn. Nhiệm vụ thiết kế là ở chỗ phải tìm được phương án hút nước với chi phí thấp nhất. Để thực hiện nhiệm vụ đó chúng tôi tính với các phương án biến đổi chiều dài ống lọc, độ sâu hạ giếng và khoảng cách giữa các giếng khác nhau. Để tính toán chúng tôi chia lưới phần tử hình vuông và hình tam giác vuông với các cạnh hình vuông 0,5 x 0,5m và cạnh tam giác vuông là 0,5m. Sơ đồ bố trí giếng xung quanh hố móng, mặt cắt đi qua các giếng được thể hiện trong các hình sau đây.



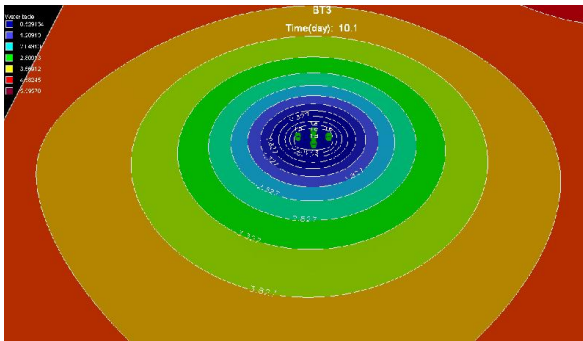
Hình 2: Mặt bằng sơ đồ bố trí giếng,
1 - Giếng,
2 - Cao trình đáy móng,
3 - Cao trình mặt móng



Hình 3: *Cắt dọc hố móng thiết kế*

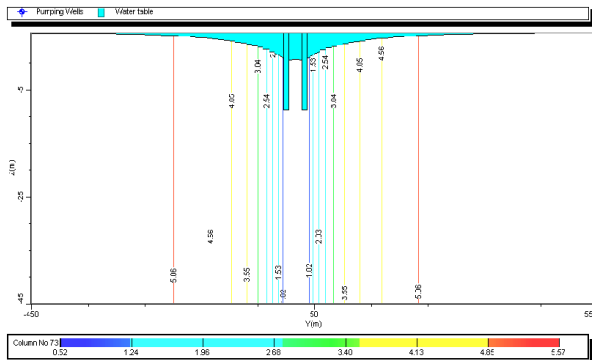
Kết quả, với tổ hợp 4 phương án cho mỗi biên số chiều dài ống lọc, khoảng cách giữa các giếng và độ sâu hạ giếng, tổng tất cả đã tính toán cho 24 phương án. Trong số đó đã xác định được một phương án kinh tế và hợp lý nhất. Với

phương án này số giếng cần thi công là 84 giếng. Chiều dài ống lọc 2,5m, chiều sâu hạ giếng 14,5m, khoảng cách giữa các giếng là 3,4m. Phổ hạ thấp mực nước của phương án này được thể hiện trong hình 5 và 6.



Hình 5. *Mực nước ngầm hạ thấp xung quanh hố móng khi hút liên tục 10 ngày*

Bằng kết quả tính toán này nhà thầu thi công đã triển khai thực hiện và tháo khô được hố móng để thi công công trình. Hình 7 dưới đây thể hiện sự bố trí các giếng của phương án chọn sau khi đã được thi công lắp đặt.



Hình 6. *Mặt ngang qua tim hố móng*

bằng bơm hút nước từ hệ thống giếng bố trí xung quanh về nguyên tắc bao giờ cũng thực hiện được vì cơ sở của phương pháp là sự hạ thấp của mực nước ngầm do tác dụng tương hỗ khi các giếng bố trí gần nhau, trong khi đó cơ sở lý thuyết thấm của bài toán này là chặt chẽ. Vậy thì nguyên nhân nào dẫn đến sự không thành công trong một số trường hợp khi áp dụng? Chúng tôi nghĩ rằng có thể do các khâu khảo sát, thiết kế, thi công hoặc tổ hợp của cả 3. Trong khuôn khổ của một bài báo không thể trình bày kỹ, chúng tôi chỉ xin nêu một số nhận định định tính.

Về khảo sát có hai thông số liên quan đến hiệu quả của giải pháp tháo khô hố móng, đó là địa tầng và hệ số thấm của các lớp đất. Hệ số thấm của đất thường được xác định bằng thí nghiệm trong phòng hoặc thí nghiệm hiện trường. Sử dụng kết quả thí nghiệm trong phòng để thiết kế thường cho kết quả kém chính xác.



Hình 7: *Bố trí giếng của Công ty xây dựng công trình thủy lợi Hải Phòng cho hố móng Vân Cốc*

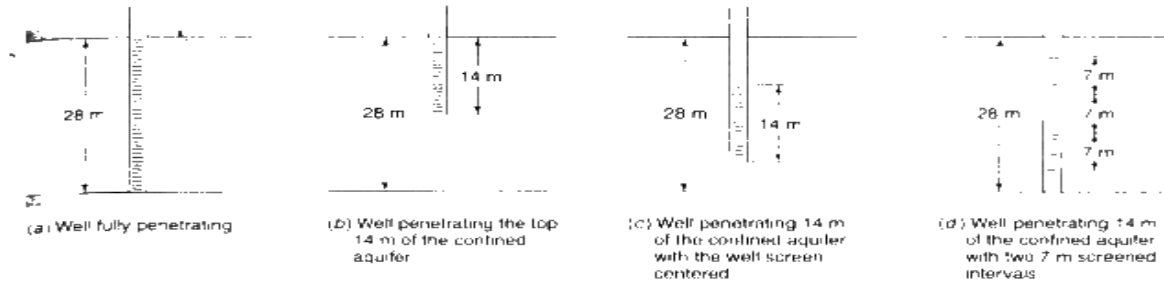
Một số nhận xét và thảo luận:

Trước hết phải nói rằng tháo khô hố móng

Đã có trường hợp phải tăng thêm đến 50% số giếng mới tháo khô được hồ móng. Địa tầng không chính xác sẽ dẫn đến lựa chọn sơ đồ tính thấm không đúng mà sẽ được nói đến trong phần thiết kế sau đây.

Về thiết kế như trên đã nói, cơ sở của giải pháp là lợi dụng hiệu ứng tác dụng tương hỗ của các giếng. Khi các giếng bố trí gần nhau, đối với giếng hoàn chỉnh độ hạ thấp mực nước s tại một điểm bất kỳ trong phạm vi hồ móng sẽ là:

$$s = \sum_{i=2}^n \frac{Q_i}{4\pi kH} \ln\left(\frac{2.25kHt}{r_i^2 S}\right)$$



Hình 8. Sơ đồ bố trí ống lọc trong tầng chứa nước

Khi ống lọc bố trí ở sát mái, ở giữa, ở sát đáy của tầng chứa nước hoặc phân thành nhiều đoạn như trường hợp d trong hình 8 thì giá trị Δs sẽ khác nhau. Chính sự sai lệch về địa tầng sẽ dẫn đến việc chọn sai sơ đồ tính mà đã nói đến trong phần liên quan đến khảo sát ở trên. Nói chung bài toán dòng thấm đến giếng không hoàn chỉnh là một bài toán rất phức tạp. Các trường hợp nêu trên mới chỉ là một số trường hợp nêu để làm ví dụ.

Một vấn đề nữa liên quan đến thiết kế có thể ảnh hưởng đến tính hiệu quả của giải pháp tiêu nước hồ móng là lựa chọn ống lọc. Nguyên tắc chung là ống lọc của giếng phải có độ thấm qua lớn hơn hệ số thấm của môi trường xung quanh giếng. Nói cách khác, ống lọc không được gây tổn thất thủy lực của dòng thấm mà tổn thất thủy lực chỉ do môi trường thấm gây ra. Nếu chọn sai loại ống lọc làm tổn thất thủy lực của dòng thấm thì khi đó bước nhảy trong giếng sẽ tăng lên đáng kể làm sai lệch kết quả tính độ hạ thấp mực nước. Trường hợp giếng kim chỉ nên dùng cho môi trường cát mịn. Đối với cát trung, cát

Nguyên tắc thiết kế là bố trí các giếng với khoảng cách đến điểm đang xét r_i như thế nào đó để có được giá trị s sao cho mực nước ngầm thấp hơn đáy móng. Thông thường khi xử lý tháo khô hồ móng người ta dùng hệ thống giếng không hoàn chỉnh để tiết kiệm kinh phí. Khi đó, $s_{khc} = s + \Delta s$, trong đó Δs là độ hạ thấp mực nước phụ thêm do hiệu ứng của sự không hoàn chỉnh của giếng. Lúc này bài toán sẽ phức tạp hơn nhiều do việc xác định Δs . Để tính đúng giá trị Δs cần phải chọn chính xác sơ đồ tính tùy theo mức độ không hoàn chỉnh của giếng.

thô giếng kim sẽ gây tổn thất thủy lực làm sai lệch kết quả tính.

Về thi công, nếu thực hiện không đúng đồ án thiết kế hoặc đúng đồ án thiết kế nhưng không đúng quy trình cũng dẫn đến giảm hiệu quả hạ thấp mực nước ngầm, tức là giảm hiệu quả xử lý nước hồ móng. Việc thi công không đúng quy trình có thể làm chặt đất xung quanh giếng, giảm hệ số thấm dẫn đến giảm hệ số dẫn nước T , cũng tức là giảm độ hạ thấp mực nước trong phạm vi giữa các giếng.

Kết luận

- Giải pháp tháo khô hồ móng bằng cách hút nước từ hệ thống giếng bố trí xung quanh hồ móng là một giải pháp ưu việt vì có cơ sở lý thuyết thấm chắc chắn, bảo đảm chủ động hạ thấp mực nước ngầm đến độ sâu yêu cầu, tạo gradient thấm ngược khắc phục được hiện tượng xói ngầm, cát chảy làm mất ổn định mái hồ móng, khắc phục được hiện tượng bùng nền, không gây cản trở việc thi công hồ móng.

- Để bảo đảm chắc chắn thành công khi áp

dụng cần phải thực hiện nghiêm chỉnh các công việc trong cả 3 khâu khảo sát, thiết kế, thi công. Nhà thầu thi công là đơn vị trực tiếp chịu hậu quả nếu khảo sát và thiết kế không đúng. Vì vậy, nhà thầu nên kiểm tra lại hồ sơ thiết kế trước khi thi công.

- Modflow là phần mềm hiện đại, nhưng máy

tính cũng chỉ là công cụ, để bảo đảm thành công người thiết kế cần có hiểu biết tốt về lý thuyết thẩm để lựa chọn sơ đồ tính hợp lý. Nên sử dụng số liệu thí nghiệm thẩm hiện trường để thiết kế. Trong trường hợp phải sử dụng kết quả thí nghiệm trong phòng cần có hệ số an toàn thích hợp.

Tài liệu tham khảo

[1] Nguyễn Ngọc Bích, Nguyễn Hồng Đức, Trần Thanh Giám (1977) - *Địa kỹ thuật thực hành* – NXB Xây dựng, Hà Nội.

[2] Vũ Minh Cát, Bùi Công Quang (2002) - *Thủy văn nước dưới đất* – NXB Xây dựng, Hà Nội.

[3] Nguyễn Hồng Đức (2000) - *Cơ sở địa chất công trình và địa chất thủy văn công trình* – NXB Xây dựng Hà Nội.

[4] Nguyễn Bá Kế (2002)– *Thiết kế và thi công móng sâu* – NXB Xây dựng, Hà Nội.

[5] Nguyễn Uyên (2003)- *Địa chất thủy văn công trình* – NXB Xây dựng, Hà Nội.

[6] C. W. Fetter (2000) *Địa chất thủy văn ứng dụng tập 1* người dịch Phạm Thanh Hiền, Nguyễn Uyên. Nhà xuất bản giáo dục.

[6] C. W. Fetter (2000) *Địa chất thủy văn ứng dụng tập 2* người dịch Nguyễn Uyên, Phạm Hữu Sy. Nhà xuất bản giáo dục.

[7] Đoàn Văn Cảnh và Phạm Quý Nhân, 2005. *Tin học Địa chất thủy văn ứng dụng*. NXB khoa học và kỹ thuật. 220 trang.

Abstract:

METHOD OF CALCULATION FOR THE GROUND WATER FALLING BY WELL SYSTEM

Water treatment for foundation pit relates to geo-engineering conditions of the construction site, size of the foundation pit, excavation method, its possibility of influence on adjacent construction so, it depends on all geo-engineering investigation, design and construction. Water treatment solution for foundation pit by pumping from well system around the pit is common and effective because it based on close hydro-dynamic theory and conveniently in performance. However, sometime there was unsuccessful case due to different reasons. On the observation in the construction of Van Coc culvert in detail from the beginning, the author has used the Modflow software for the recalculation and obtained the results that in accordance with the actual state. By this situation the author analyzed and brought out the judgment on causes relating to all investigation, design and construction which lead to unsuccessfulness of the water treatment solution for foundation pit in general.