

Technical Report

TR-B01

Thiết bị đo độ đục nồng độ thấp (1.000 FTU) và cao (100.000 ppm)
Phó Giáo sư Tiến sĩ YOKOYAMA Katsuhide, Đại học Thủ đô Tokyo

Thích ứng với mọi tình huống đo trầm tích, phù sa lơ lửng

Yêu cầu cơ bản đối với các thiết bị đo lường có hiệu suất tốt là độ chính xác cao và thao tác dễ dàng. Nhưng ngay cả khi đạt được độ chính xác lý thuyết trong quá trình kiểm tra tại phòng thử nghiệm của hãng sản xuất, dữ liệu chất lượng cao không phải lúc nào cũng thu được tại hiện trường thực địa, nhất là đối với các loại máy đo độ đục.

Máy đo độ đục gián tiếp đo trầm tích bằng cường độ tán xạ ánh sáng, vì trầm tích là chất không hòa tan, trộn lẫn các hạt lớn nhỏ khác nhau, hạt càng lớn thì tính đồng nhất càng thấp.

Vì vậy cảm biến quang học đo độ đục phải được thiết kế để hình dạng đầu dò không cản trở chuyển động trôi nổi tự do của các hạt trầm tích.

Một vấn đề thực tế hơn là khi đo các hiện tượng vận chuyển trầm tích quan trọng như dòng chảy trầm tích và dòng chảy lũ, yêu cầu bắt buộc của một thiết bị đo lường hiệu suất cao là ít bị ảnh hưởng bởi gỗ trôi và lá rụng, có độ bền cao chịu được va chạm ma sát, đo được độ đục nồng độ cao.

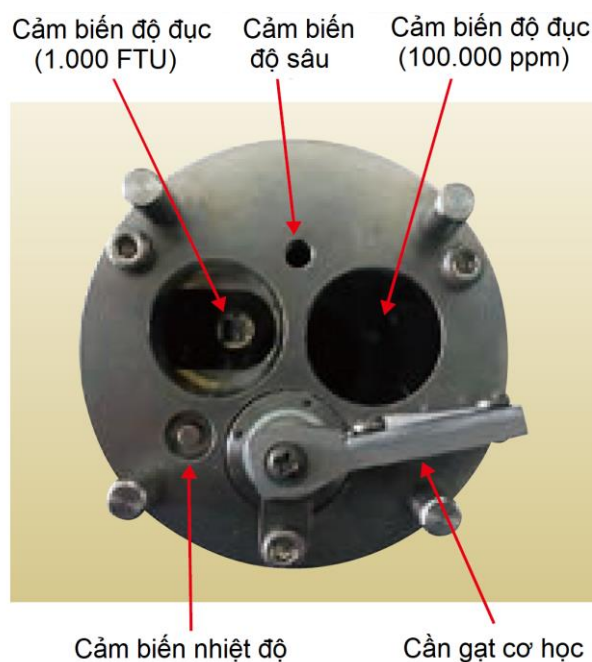
Đầu đo độ đục dải rộng tự ghi INFINITY-Turbi ATU75W2-USB (có chức năng tự làm sạch) là thiết bị đáp ứng hoàn toàn các yêu cầu như vậy.



Phỏng dịch từ bản tiếng Nhật (Take Toshiaki)

Toàn thể các cảm biến được lắp đặt trên bề mặt phẳng phía trước của vỏ hộp chứa (sonde) đầu dò, với kích thước nhỏ chịu được áp suất, nên ít ảnh hưởng đến dòng chảy. Cảm biến quang học không có phần lồi ra ngoài, và tất cả bộ phận của đầu dò được làm bằng titan có độ bền cao, an toàn trước các tác động lực lớn từ bên ngoài như lũ lụt và sóng biển. Máy được trang bị cần gạt cơ học tự động làm sạch cảm biến trước khi đo đạc. Những tính năng này đã được thực hiện trong dòng máy Compact-CLW (ACLW, đo chất diệp lục độ đục), được đưa ra thị trường từ năm 2002. Điểm mới của ATU75W là thích ứng với mọi tình huống cần đo nồng độ trầm tích. Cấu hình cảm biến của ATU75W bao gồm hai độ đục (formazin 1.000 FTU, Kaolin 100.000 ppm), mực nước và nhiệt độ nước. Cảm biến đo chất diệp lục được gỡ bỏ khỏi ACLW thay bằng một cảm biến đo độ đục nồng độ siêu cao và thêm vào một cảm biến đo mực nước. Cảm biến đo độ diệp lục thường không cần thiết cho mục đích nghiên cứu động lực học trầm tích. Thay vào đó, bằng cách bổ sung cảm biến độ đục đo nồng độ siêu cao, không thể đo được từ trước đến nay, thiết bị có thể sử dụng cho việc khảo sát dòng lũ mang theo đá vỡ (boulder flow) gây ra thảm họa nghiêm trọng, bùn lỏng (fluid mud) làm tắc nghẽn lưu thông hàng hải, và các sông có độ đục nồng độ siêu cao như sông Dương Tử.

Ngoài ra, các hiện tượng khác như lũ lụt, bồi lắng hồ chứa, nước đục nồng độ cao ở cửa sông, trôi dạt ven biển, dòng chảy đất đỏ (red-clay outflow) thường xảy ra cùng với sự biến động mực nước triều, vì vậy lợi thế của ATU75W rất lớn vì thể đo độ đục, mực nước, nhiệt độ cùng một lúc. Có thể nói, ngay cả những nơi không có trạm quan trắc mực nước, chỉ với một thiết bị ATU75W có thể khảo sát trạng thái vận chuyển của nước và trầm tích.



Thử nghiệm thực địa

ATU75W đã được thử nghiệm thực địa tại khu vực sông chịu tác động của thủy triều.

Biểu đồ 1 là kết quả so sánh số liệu đo được bằng ACLW với ATU75W, cùng được lắp đặt vào thời điểm xảy ra lũ lụt, cho thấy sự biến chuyển của mực nước dao động của thủy triều, phù hợp với số liệu của trạm quan trắc mực nước tại cùng địa điểm.

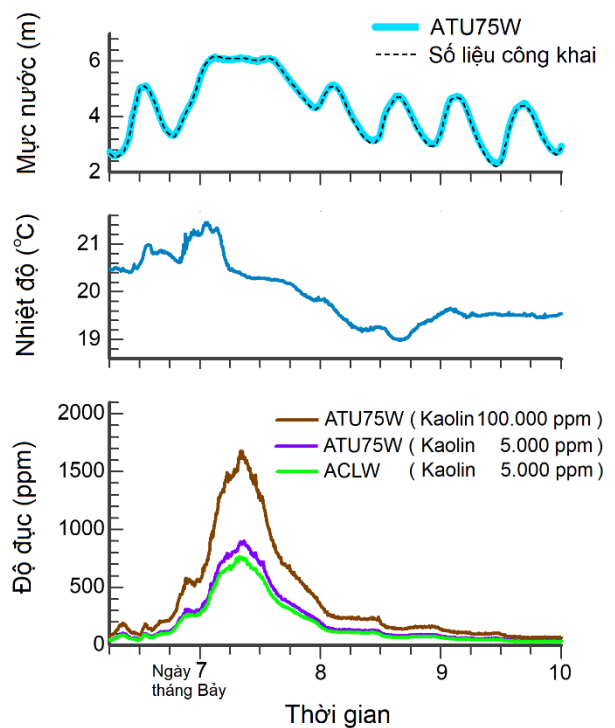
Các số liệu độ đục ATU75W có hình dạng sóng tương đồng khi so sánh số liệu cảm biến nồng độ cao, nồng độ thấp, và ACLW. Nói cách khác, có thể thấy rằng ATU75W phản ứng tương tự như ACLW.

Trên nguyên tắc cảm biến ATU75W (nồng độ thấp) và ACLW được hiệu chuẩn bằng Formazin, nhưng trong thử nghiệm này đặc biệt cả ba đều được hiệu chuẩn bằng Kaolin.

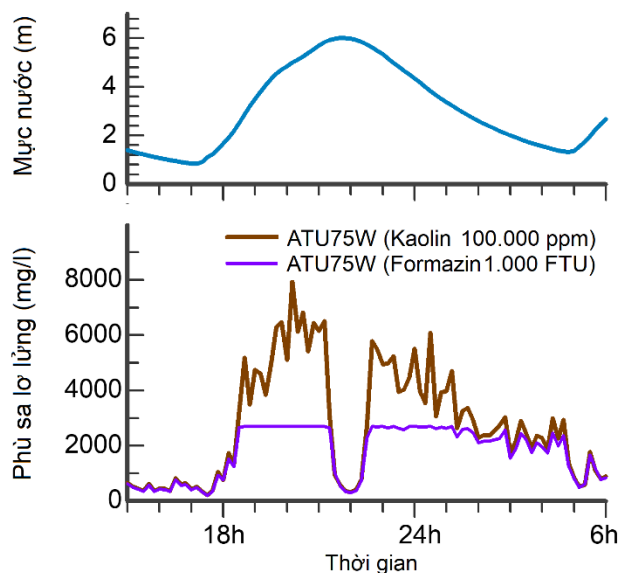
Các giá trị độ đục khác nhau mặc dù cả ba cảm biến đều được thử nghiệm với Kaolin vì kích thước hạt, hình dạng và tông màu của trầm tích thực địa khác với mẫu Kaolin. Điểm này sẽ được kiểm chứng thảo luận ở các phần sau, dù sao đi nữa số liệu cho thấy có thể đo nồng độ phù sa lơ lửng ổn định với ATU75W.

ATU75W đã đo được đối tượng có độ đục nồng độ cao của khu vực sông chịu tác động của thủy triều, vượt trên dải đo của ACLW. Trong Biểu đồ 2, độ đục đã được quy đổi sang lượng phù sa lơ lửng.

Độ đục gia tăng mạnh khi thủy triều dao động lên xuống, nồng độ giảm khi ở trạng thái ổn định triều xuống (nước rút, nước ròng) và triều lên (nước dâng, nước lớn), khi mà dòng chảy ngưng trệ. Thông thường giới hạn các cảm biến đo nồng độ độ đục là 3.000 mg/l, trong khi cảm biến ATU75W dải đo nồng độ siêu cao có thể đo cao hơn nhiều.



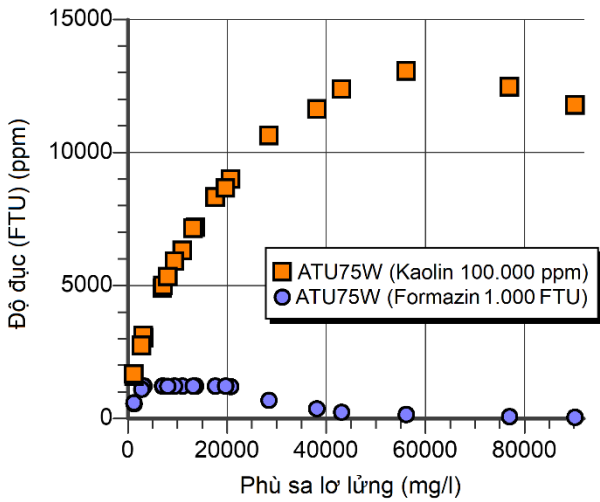
Biểu đồ 1 Số liệu đo bằng ACLW và ATU75W



Biểu đồ 2 Số liệu đo bằng ATU75W-USB

Dải đo nồng độ đất cát

Cảm biến nồng độ cao có dải đo nồng độ 100.000 ppm, nhưng thực tế giới hạn đo như thế nào.



Biểu đồ 3 Số liệu đo bằng ATU75W

Bằng cách cô đặc nước đục ở cửa sông để điều chế dung dịch có nồng độ cực cao, và Biểu đồ 3 là kết quả kiểm chứng phản ứng của ATU75W. Như đã đề cập ở trên, phản ứng của cảm biến nồng độ trung bình chạm đỉnh khoảng 3.000 mg/l, trong khi đó phản ứng của cảm biến nồng độ cao lên đến khoảng 60.000 mg/l. Ở mức 60.000 mg/l, dung dịch giống như bùn có nhiều nước, không còn là nước đục.

Mặt khác, vì cảm biến nồng độ trung bình của ATU75W có cấu trúc tương tự như ACLW, nên số liệu này rất đáng tin cậy, ngay cả đối với nước sạch (vài mg/l), dựa trên các thành tích sử dụng ACLW trong quá khứ lâu dài.

Nói cách khác, máy ATU75W có thể lấy được số liệu từ vài mg/l (nước trong) đến hàng chục nghìn mg/l (nước bùn), và không quá lời khi nói rằng đã đạt đến không giới hạn.



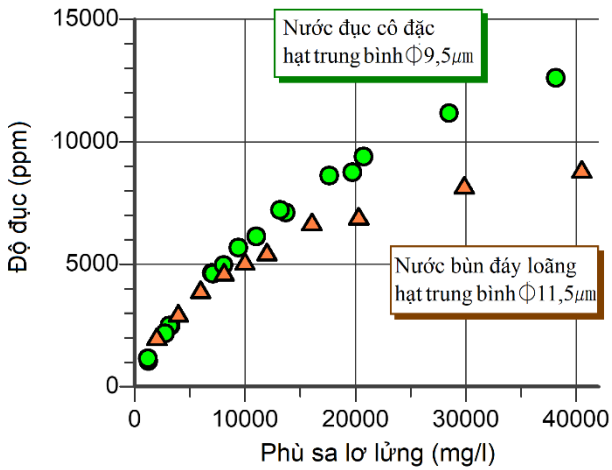
Ảnh hưởng bởi đặc tính của bùn cát đối với phản ứng độ đục

Cảm biến nồng độ thấp được hiệu chuẩn bằng Formazin và cảm biến nồng độ cao được hiệu chuẩn bằng Kaolin.

Thông thường dung dịch Formazin công nghiệp được sử dụng để hiệu chuẩn độ đục, nhưng có giới hạn về nồng độ dung dịch mẫu có thể pha chế được và phạm vi hiệu chuẩn đáng tin cậy chỉ đến 1.000 FTU, vì vậy Kaolin được sử dụng để hiệu chuẩn cho trường hợp nồng độ cao hơn.

Có điều phiền phức xảy ra cho máy đo độ đục là nếu các hạt đo thực tế tại hiện trường không giống với các hạt được sử dụng trong khi hiệu chuẩn, số liệu độ đục đo được sẽ khác nhau.

Nói cách khác, ngay cả khi độ đục được đo tại địa điểm như sông hoặc biển, giá trị hiển thị (FTU, ppm) không trực tiếp trở thành nồng độ trầm tích (mg/l). Nguyên nhân là vì máy đo độ đục đo cường độ tán xạ ánh sáng từ các hạt lơ lửng, nhưng đặc tính phản xạ ánh sáng cũng thay đổi nếu kích thước hạt và hình dạng của các hạt khác nhau.



Biểu đồ 4 Số liệu đo bằng ATU75W



Biểu đồ 4 là một ví dụ điển hình, khi thu thập mẫu nước đục và mẫu bùn đáy tại cùng một vị trí, sau đó được cô đặc và pha loãng, điều chế dung dịch nước đục để phân tích, kết quả phân tích cho thấy số liệu độ đục khác nhau.

Vì các hạt của nước đục hơi mịn hơn các hạt của bùn đáy, ngay cả khi có cùng nồng độ phù sa lơ lửng, số lượng các hạt trong một đơn vị thể tích nhiều hơn (tăng lên), do đó cường độ tán xạ ánh sáng thu được lớn hơn, vì vậy độ đục cũng lớn hơn.

Ngay cả khi đo nước đục tại hiện trường, giá trị này vẫn thấp hơn so với nồng độ phù sa lơ lửng thực tế (Biểu đồ 3 và Biểu đồ 4) vì các hạt tại hiện trường thô hơn mẫu Kaolin. Vì ngay chính mẫu Formazin và mẫu Kaolin cũng có các đặc tính khác nhau, nên các cảm biến phản ứng khác nhau với các hạt tại hiện trường.

Vì vậy cần phải tạo ra một đường cong tương quan độ đục- nồng độ phù sa lơ lửng riêng cho hiện trường. Có thể mất công sức khi tạo đường cong tương quan cho từng khu vực, nhưng một khi tương quan được thiết lập, ATU75W tự động cho ra kết quả nồng độ phù sa lơ lửng chất lượng cao.

Sử dụng đơn giản, bền chắc, hoạt động ổn định, số liệu chất lượng cao

Nhiều ý tưởng sáng tạo đã được đưa vào thiết bị này, cách sử dụng đơn giản, kích thước gọn nhỏ nhẹ, thời gian tải dữ liệu nhanh chóng.

Việc tải dữ liệu được thực hiện thông qua truy cập USB và thẻ nhớ mini-SD, so với cổng RS-232C thông thường phải mất vài chục phút, bây giờ chỉ cần vài chục giây. Rút ngắn thời gian bảo trì tại chỗ.

Phần mềm được cải tiến rất nhiều, sự khéo léo có thể được nhìn thấy ở mọi nơi. Cài đặt chế độ đo trước ra hiện trường, rất thuận tiện và giảm bớt công sức của nhà nghiên cứu khi phải thực hiện với nhiều thiết bị trong thời gian ngắn.

Pin máy ảnh (CR-V3) được sử dụng làm nguồn điện, không còn là một loại pin chuyên dụng, có thể dễ dàng mua được tại các đại lý bán lẻ đồ điện tử gia dụng và chi phí vận hành có thể giảm thiểu rất nhiều. Với các tính năng vượt trội như vậy, có thể nói thiết bị này là một trong những công cụ đo lường hàng đầu cho phép các nhà nghiên cứu không gặp khó khăn khi sử dụng mà lại dễ dàng có được dữ liệu chất lượng cao hơn bao giờ hết./.