

Non-frame, một phương pháp mới làm ổn định mái đất đồng thời bảo tồn cảnh quan và môi trường tự nhiên

Non-frame, a new method stabilizes the slope while protects natural landscapes and environment

Bui Van Duong ^(a), Naoto IWASA ^(b), Hikamitsu OMIYA ^(b) and Takeo IKEDA ^(b)

(a) Department of Science Technology and Environment, Ministry of Construction.

(b) Nippon Steel & Sumikin Metal Products Co.,Ltd.

Tóm tắt

Việt Nam và Nhật Bản có điều kiện địa hình vùng núi dốc sát ven biển, có diện tích vùng núi chiếm trên 50% tổng diện tích và hàng năm đều phải hứng chịu nhiều cơn bão, với lượng mưa lớn. Đó là các yếu tố chính khiến cho hai nước cùng phải chịu một loại hiện tượng thiên nhiên nguy hiểm và thường xuyên “sạt trượt đất”. Tại Việt Nam các tuyến đường giao thông tại vùng núi phía bắc như quốc lộ 12, quốc lộ 6, quốc lộ 18... và hầu hết các tuyến đường quốc lộ vùng miền trung, trung nam bộ đều bị đe dọa bởi hiện tượng sạt trượt đất, đặc biệt là các loại trượt nông có mặt trượt từ 0,5 đến 3,0m xảy ra rất phổ biến kéo theo đất đá rơi gây nguy hiểm tính mạng người tham gia giao thông hay nhà dân ở chân núi. Hiện tượng sạt trượt đất lại thường xuất hiện tại những khu vực có các công trình xây dựng, khu đông dân cư và cả những khu vực có nhưng di tích lịch sử, di sản văn hoá. Vì vậy việc tìm ra và áp dụng phương pháp giữ ổn định mái dốc nhưng vẫn giữ được cảnh quan môi trường để thay thế cho các phương pháp hiện nay là thực sự cần thiết. Tại Nhật bản, các công nghệ làm ổn định mái dốc bằng phủ bê tông cứng hóa dần được thay thế bằng các biện pháp có thể bảo tồn được màu xanh thảm phủ thực vật trên mái đất, bảo vệ cảnh quan thiên nhiên. Với điều kiện tự nhiên giống nhau, việc tham khảo các kết quả nghiên cứu hay áp dụng thử nghiệm các công nghệ mới phòng chống sạt trượt đất của Nhật Bản vào Việt Nam thực sự có ý nghĩa và cần được tiến hành càng sớm càng tốt. Bài viết này xin được giới thiệu về Non-frame, một phương pháp mới có thể giữ được màu xanh trên mái, giữ được cảnh quan môi trường, thậm chí tận dụng được sự gia cố mái đất của hệ rễ cây trong việc làm ổn định mái. Các kết quả nghiên cứu mưa nhân tạo trong phòng thí nghiệm, các điều tra ở hiện trường cho thấy tính an toàn trong các điều kiện mưa khác nghiệt cũng như việc giữ được cảnh quan môi trường thiên nhiên của Non-frame.

Từ khóa chính Sạt trượt mái đất, phương pháp làm ổn định mái, Non-frame, bảo vệ cảnh quan môi trường

Abstract

Vietnam and Japan have the same coastal steep mountain terrain condition; over 50% area of nation is mountains that endure storms and high rainfall. These main factors cause both countries have the same dangerous natural disaster “landslides”. In Vietnam, most of national

highway (NH) in the northern mountain area as NH 12, NH 6, NH 18 ... and most of national highway in the middle and middle-southern area are threatened by landslides, especially type of shallow slide with slip surface located 0.5 to 3.0m in depth. Shallow landslides caused rock and debris flow fall to peoples or houses at the foot of the slopes. The landslides usually occur at public construction areas, urban areas and even natural landscape and cultural heritage. A method to stabilize the slope while maintain natural landscapes and environment is really necessary. In Japan, the technologies stabilize the slope by using concrete are replaced gradually by green methods which can protect vegetation and thus protect natural landscapes. With the similar natural conditions mentioned above, application Japan landslide countermeasure into Vietnam is really meaningful and should be conducted as soon as possible. This paper introduces Non-frame, a new method that can preserve green vegetation, protect natural landscapes and even can make use reinforcement of tree root system in slope stabilization. The results of artificial rainfall in laboratory and the results of field surveys showed that Non-frame successfully stabilize slope in harsh rainfall conditions as well as protect the natural landscape and environment.

Keywords: Landslides, methods to stabilize slope, Non-frame, protect natural landscapes and environment.

1. Cơ cấu làm ổn định mái đất của phương pháp Non-frame

Non-frame được cấu thành từ những neo thép với bản thép gắn ở đầu neo và được liên kết với nhau bởi dây cáp thép. Cấu trúc của Non-frame trên bề mặt mái đất như trong Fig.1, Fig.3 và cơ cấu làm việc như trong Fig.4. Khi làm việc, lực dọc phát sinh bởi độ lún của bản mặt và lực ma sát dọc trục neo thép sẽ ép lớp đất trượt vào tầng đá gốc ổn định, lực cắt trong neo sinh ra tại vị trí mặt trượt sẽ chống lại chuyển vị của lớp đất trượt. Hệ cáp nối các đầu neo thép có tác dụng gắn kết các thanh neo thép đất với nhau thành một khối thống nhất, chống lại hiện tượng sạt trượt cục bộ. Lực gia cố chống lại chuyển vị trượt tạo bởi lực dọc, lực cắt sẽ được truyền theo neo thép từ tầng đá gốc lên đến lớp đất trượt. Khi lớp đất trượt xuống, lực cắt của neo thép, lực ma sát dọc trục và lực liên kết dây cáp sẽ lớn dần và khi lớn hơn lực gây trượt thì mái đất sẽ trở nên ổn định. Fig. 2 mô tả một mái đất tự nhiên được gia cố bởi phương pháp Non-frame. Dưới ảnh hưởng của lực gia cố của rễ cây, mặt trượt thường ít khi xuất hiện tại vùng mà rễ cây mọc đến nhưng thường xuất hiện tại nơi rễ cây không mọc đến (có chiều sâu khoảng 1 đến 3m). Non-frame gia cố vùng mặt trượt dễ xuất hiện này và lực gia cố của Non-frame cộng thêm lực gia cố của rễ cây tự nhiên làm ổn định mái đất tự nhiên.

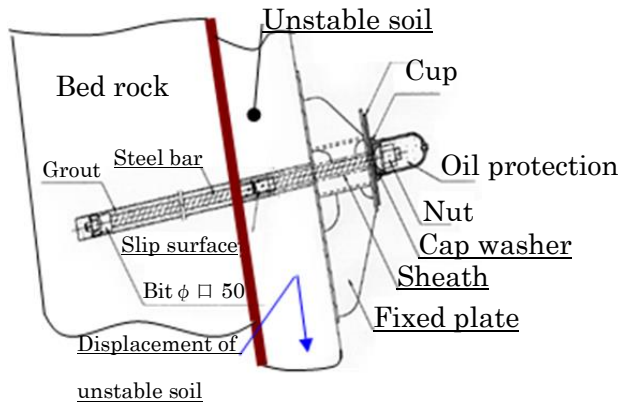


Fig.1 Structure of Non-frame

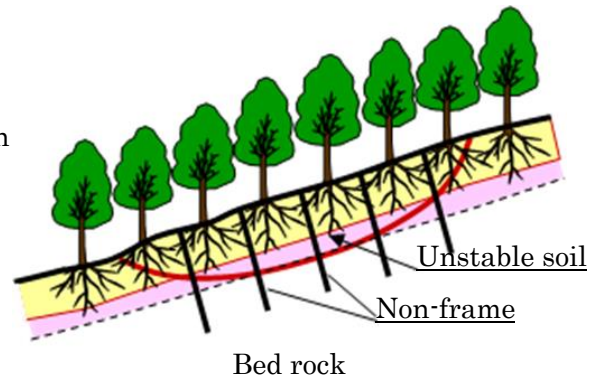


Fig.2 Forested slode with Non-frame

Theo điều kiện cân bằng ngoại lực tác động vào neo thép Fig. 4, các phương trình cân bằng (1) và (2) được viết ⁽¹⁾

$$EI \frac{d^4 y}{dx^4} + Es(y - p) = P_x \frac{d^2 y}{dx^2} \quad (1)$$

$$P_x = K_v \cdot S_p \cdot \Delta x \quad (2)$$

Ở đây, E, I là modun đàn hồi và độ cứng chống uốn của neo thép, p là chuyển vị của lớp đất trượt, P_x là lực dọc trục, S_p là diện tích bản mặt, y và x là trục tọa độ đứng và trục tọa độ ngang, D_x là độ lún đứng của bản mặt, K_v là hệ số phản lực lún đứng của nền, Es là modun đàn hồi của mái đất. Lời giải của của phương trình (1) sẽ cho biết độ biến dạng, momen, lực dọc và lực cắt của neo thép. Lời giải của phương trình (2) sẽ cho biết lực dọc trục P. Ba thành phần chính tạo nên lực gia cố này khi tính toán có tính đến ảnh hưởng của lực cáp liên kết tại đầu neo phương trình (3).

$$R_c = S + S_w + P_x \cos(\phi) \quad (3)$$

Trong phương trình, R_c là lực gia cố của neo, S là lực cắt của neo tại vị trí mặt trượt, S_w là lực căng của cáp tại đầu neo, P_x là lực dọc trục và φ là góc ma sát trong của đất tại mặt trượt.

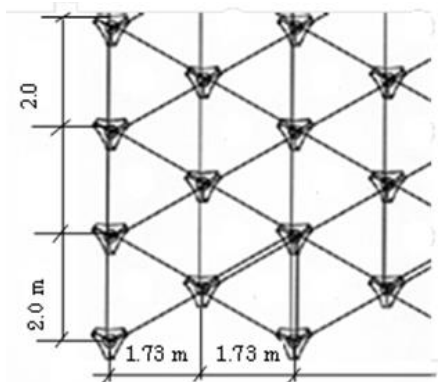


Fig.3 Distribution of Non-frame

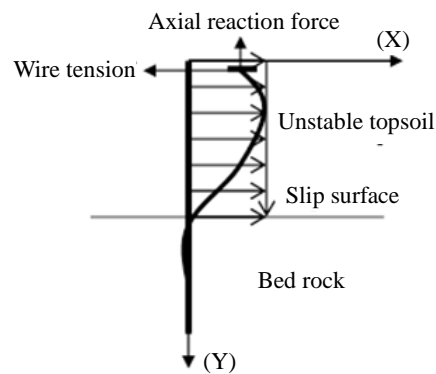


Fig.4 Mechanism of Non-frame

Hệ số an toàn ổn định mái F_s được tính theo phương trình (4) và bằng tỷ số giữa tổng lực kháng trượt với lực gia cố trên lực gây trượt của khối đất⁽²⁾.

$$F_s = \frac{\text{Resisting force} + Rc}{\text{Driving force}} \quad (4)$$

Trong trường hợp mái đất tự nhiên thì hệ số F_s được lấy bằng 1.2 khi thiết kế thông thường và bằng 1.0 trong thiết kế khi xảy ra động đất.

2. Thí nghiệm ổn định đất khi mưa lớn

2.1 Sơ đồ và phương pháp thí nghiệm

Fig. 5 thể hiện mô hình thí nghiệm trong phòng thí nghiệm⁽³⁾. Nó bao gồm hai hộp chứa đất mô phỏng lớp đất trượt và tầng đá gốc ổn định, tại mặt tiếp giáp hai hộp đất có bôi một lớp paraffin và đặt 6 bản thép. Các bản thép sẽ bị làm nóng bằng dòng điện dẫn đến hiện tượng chảy paraffin làm hộp chứa đất phía trên trượt xuống.

Lớp đất trong hộp phía dưới (tầng đất đá gốc) là cát núi vùng Kanuma có đường kính hạt nhỏ hơn 0.85mm, độ ngậm nước 5% và đầm chặt đến mật độ 15.9 kN/m^3 .

Sau khi thiết định vị trí các thanh mô hình neo và làm xong tầng đá gốc, một lớp mỏng paraffin 5mm được quét lên trên bề mặt tầng đá gốc. Sau đó lớp đất trượt được đổ vào hộp phía trên. Để loại bỏ ảnh hưởng giữa thành của hộp thép và đất trượt có đặt một tấm acril trong nhẵn. Lớp đất trượt có độ ngậm nước 29%, được thả rơi tự do từ độ cao 30cm, rải theo 5mm một lớp cho đến chiều cao 20cm. Mật độ của lớp đất trượt là 18.1 kN/m^3 , độ bão hòa là 85% được bảo dưỡng 24 tiếng đồng hồ trước khi tiến hành thí nghiệm.

Các sợi dây thép nối các thanh thép được căng đến 3N. Các thiết bị đo chuyển vị bằng laser, đo biến dạng của thanh thép được thiết định.

Khi tiến hành thí nghiệm một đầu của cả hai hộp trên và dưới được kéo lên bằng cáp cho đến góc nghiêng 25 độ. Sau đó các bản thép nằm giữa hai hộp trên và dưới được làm nóng bởi dòng điện 100V làm chảy lớp paraffin và gây trượt. Thời gian kể từ khi làm nóng đến khi hộp đất trên bị trượt là 16 phút.

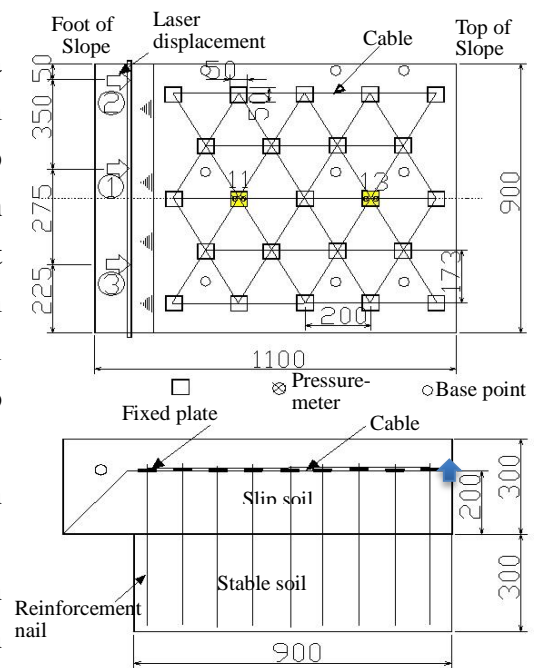


Fig.5 Rain fall experiment of Non-frame

Bảng 1. Kích thước và chất liệu mô hình thí nghiệm

Vật liệu	Kích thước hình dạng
Neo thép	Chất liệu đồng với đường kính 3mm (được phủ dính lớp cát thô tăng ma sát)
Bản mặt	Nhôm cỡ 5cm×5cm và dày 5mm
Dây thép	Đường kính 0.81mm chất liệu SUS304 có cường độ chịu kéo là 0.63kN

2.2 Kết quả thí nghiệm và phân tích

Fig. 6 biểu diễn sự biến đổi chuyển vị của lớp đất trượt (hộp trên) theo thời gian.

Tại thời điểm khoảng 100 giây, hộp đất phía trên bắt đầu trượt trong cả ba trường hợp. Tuy nhiên trường hợp không có thanh neo gia cố có chuyển vị tăng rất nhanh và trượt hoàn toàn tại thời điểm 130 giây. Trường hợp chỉ có thanh neo mà

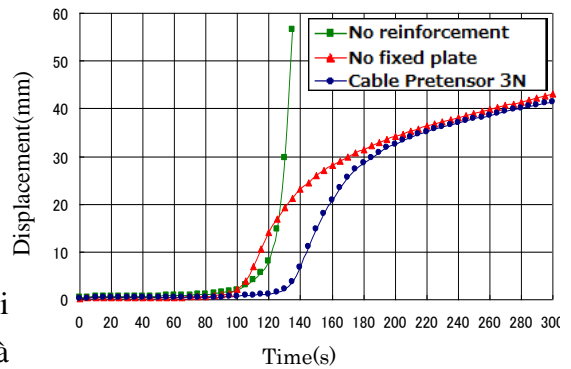


Fig.6 Displacement of slip soil

không có dây thép liên kết thì chuyển vị cũng tăng nhanh từ khoảng 100 giây nhưng đến 220 giây thì dừng lại (trở về trạng thái ổn định). Trong khi đó trường hợp thanh neo có dây thép liên kết hầu như ổn định đến 120 giây. Sau đó trượt khá nhanh và đến thời điểm 220 giây thì dừng lại. Lúc này, chuyển vị của trường hợp có và không có dây thép liên kết xấp xỉ nhau và bằng khoảng 37mm.

Kết quả trong Fig. 7 và Fig.8 lý giải sự khác nhau giữa chuyển vị của thanh neo trường hợp có và không có dây thép liên kết. Máy đo laser chuyển vị tại các điểm trên bề mặt hộp đất trượt cho thấy chuyển vị trong trường hợp không có dây thép liên kết thì phần mái phía trên, ở giữa và ở dưới chuyển động rời rạc chệnh nhau đến 10mm. Trong Fig. 7, ban đầu phần mái phía dưới bị trượt trước rồi đến mái giữa và cuối cùng là phần mái trên. Trong trường hợp có dây thép liên kết, phần trên, giữa và dưới của mái đất luôn dịch chuyển thành một khối và tạo ra sự ổn định của mái tốt hơn so với trường hợp không có dây thép. Cơ chế này lý giải sự khác biệt giữa hai trường hợp này trong khoảng thời gian trượt từ 100 đến 220 giây (Fig. 6).

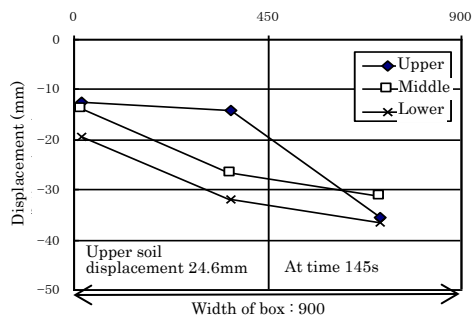


Fig.7 Plan surface of slip box (No cable)

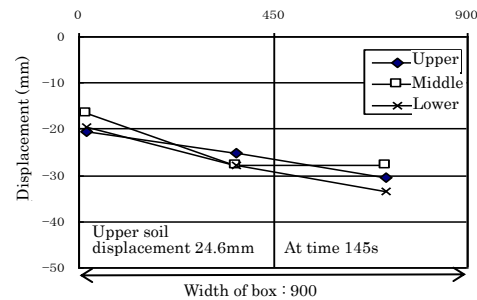


Fig.8 Plan surface of slip box (With cable)

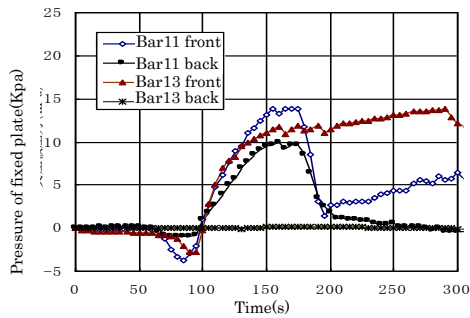


Fig. 9 Pressure of fixed plate (no calbe)

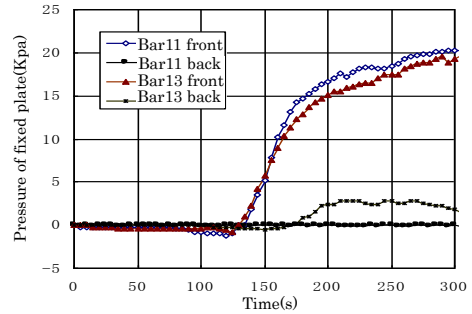


Fig.10 Pressure of fixed plate (with cable)

Fig.9 và Fig.10 biểu thị áp lực đất gắn phía dưới bản mặt tại hai phía trước và sau thanh neo. Rõ ràng tất cả áp lực đều có biến đổi bắt đầu từ thời điểm khoảng 100 giây và đối với trường hợp không có dây thép thì áp lực đất tỳ lên bản 11 và 13 tương ứng tại mái dưới và giữa biến đổi rất khác nhau điều này có thể lý giải do mái đất dưới và giữa có chuyển vị rời rạc khác nhau như đã thuật ở trên. Ngược lại áp lực tỳ lên bản mặt 11 và 13 trong trường hợp có dây thép liên kết hầu như xấp xỉ, điều này chứng tỏ nhờ có dây thép mà mái đất tránh được hiện tượng chuyển vị rời rạc, trở thành một khối ổn định. Trong cả hai trường hợp thì áp lực của bản mặt có xu hướng tăng nhanh từ sau 100 giây và ổn định từ thời điểm 220 giây. Áp lực tăng chứng tỏ thanh neo bị biến dạng nghiêng cong khiến bản mặt ép vào lớp đất chuyển vị. Và khi thanh neo càng bị biến dạng cong, phản lực của thanh cộng với lực nén của bản mặt càng lớn, nó chính là lực gia cố có xu hướng cân bằng lực trượt làm cho mái đất trở về trạng thái cân bằng. Trong thí nghiệm thì sau 220 giây, lực gia cố đủ lớn để làm cho mái đất trở về trạng thái cân bằng.

3. Ứng dụng Non-frame tại các khu vực di sản văn hóa ⁽⁴⁾

3.1 Non-frame ứng dụng tại các khu di sản văn hóa lịch sử

Lâu đài Matsuyama, di tích lịch sử văn hóa được xây dựng vào năm 1602, tọa lạc trên đỉnh núi tại thành phố Mastusyama (Fig. 11a và b) là biểu tượng của thành phố. Đây là một di sản văn hóa quý giá và đồng thời cũng là một thắng cảnh tham quan nổi tiếng tại Nhật bản. Năm 2001, lớp đất phía trên của mái dốc trở nên mất ổn định. Nó đe dọa sự tồn tại của của lâu đài trên đỉnh núi cũng như đe dọa sự an toàn của những ngôi nhà dưới chân núi. Fig. 11a (CG) mô tả cảnh quan của ngọn núi nếu được gia cố bằng khung bê tông. Cảnh đẹp của di sản văn hóa này sẽ thay đổi rất lớn nếu sườn mái dốc được phủ bởi lớp một lớp bê tông. Một đặc điểm cần tránh khi sử dụng kết cấu khung bê tông làm ổn định mái dốc là việc chặt cây, kiên cố hòa bề mặt mái đất dễ kéo theo việc phá vỡ cảnh quan thiên nhiên tại khu vực thi công. Điều này rất cần suy nghĩ khi thi công tại những vị trí bắt mắt trong một quần thể kiến trúc cảnh quan thiên nhiên.

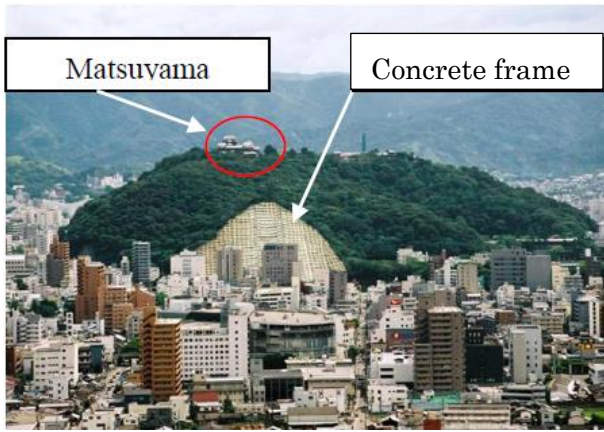


Fig 11a. Concrete frame method used at Matsuyama Castle (CG)

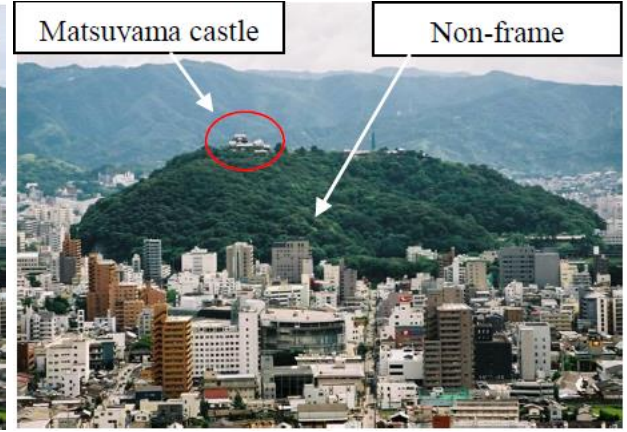


Fig 11b. Matsuyama castle (1 year after Non-frame was constructed)

Để tránh vấn đề này, giải pháp gia cố Non-frame được sử dụng ở những nơi có vị trí mái cao hơn các tòa nhà (nơi mà mọi người có thể nhìn thấy, phần trên cao trong Fig. 12) và khung bê tông chỉ được dùng ở những khu vực thấp hơn phía sau các tòa nhà (nơi mọi người không thể quan sát thấy cây cối đã bị chặt, phần mái bên dưới Fig. 12). Hình 11b được chụp một năm sau khi Non-frame được thi công và nó cho thấy bằng việc sử dụng phương pháp Non-frame, hệ thực vật, cây cối tự nhiên trên mái đất được bảo tồn hầu như nguyên trạng trong khi mái đất được gia cố ổn định. Trong ví dụ này, Non-frame được ứng dụng không chỉ để bảo tồn cảnh quan lâu dài, mà còn bảo vệ cho sự an toàn cho người và nhà cửa dưới chân núi.



Fig. 12. Non-frame and concrete on Matsuyama Castle slope

3.2 Non-frame áp dụng tại các khu vực thắng cảnh

3.2.1 Khu phố Kitano ở Kobe

Kitano được thành lập vào thế kỷ 19 (Minh trị 42) khi chính phủ Nhật mở cửa đất nước để giao thương và văn hóa với phần còn lại của thế giới. Kobe là một trong những cảng biển nhập cảnh vào Nhật Bản. Những người nước ngoài đầu tiên từ Châu Âu như Hà Lan, Anh và Đức đến đó và xây dựng một ngôi làng cho người nước ngoài ở khu phố Kitano gần cảng Kobe. Gần đây, Kitano đã trở thành một địa điểm du lịch lịch sử, có trưng bày các di tích văn hóa châu Âu. Chính

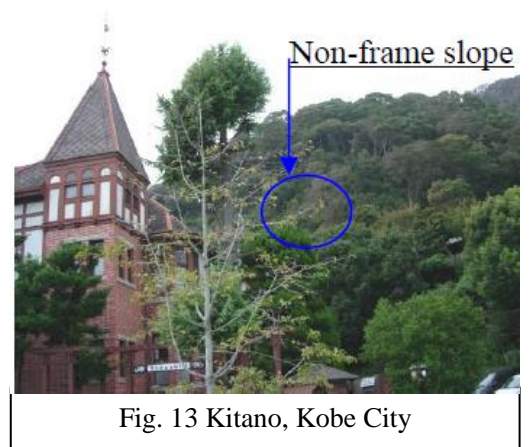


Fig. 13 Kitano, Kobe City

phủ đã có kế hoạch bảo tồn nguyên trạng những kiến trúc và nhiều cửa hàng thực phẩm như ở thế kỷ 19. Fig. 13 là Kazamidorinoyakata, một trong những di sản kiến trúc quan trọng nhất trong khu vực Kitano. Mái đất sau di tích kiến trúc này bị mất ổn định và để bảo vệ cảnh quan, Non-frame đã được áp dụng. Trong Fig. 13, hệ cây cối trên sườn dốc, màu xanh của mái đất tự nhiên đã được bảo tồn giữ cho tổng thể khu vực kiến trúc không bị phá vỡ.

3.2.2 Bảo tồn cảnh quan tại thành phố Yokohama

Năm 1872, các chuyên gia từ châu Âu đã đến và xây dựng những tuyến đường sắt mới tại thành phố Yokohama, họ đã xây dựng một số kết cấu tường đá xếp (như tường chắn, tiếng Nhật gọi là Burahu) xung quanh nhà của họ. Những bức tường còn lại sau khi rất nhiều trận động đất lớn là biểu tượng của sức sống, biểu tượng của công nghệ kỹ thuật đã vượt qua thử thách của thiên tai và do đó trở thành một biểu tượng lịch sử của người dân địa phương.



Fig 14. City landscape in Yokohama

Năm 2003, một ủy ban địa phương từ quận Naka của thành phố Yokohama đã lên kế hoạch để ổn định sườn dốc nơi các bức tường lịch sử còn lại (bên trái của Fig. 14). Họ yêu cầu một phương pháp ổn định có kết cấu nhẹ và đồng thời có khả năng giữ ổn định mái để bảo vệ cảnh quan, bao gồm cả cây cối trên sườn dốc (Fig. 14). Non-frame đáp ứng các yêu cầu này và do đó đã được chọn áp dụng. Fig. 14 cho thấy cây cối và bức tường đã được bảo vệ thành công.

4. Tài liệu tham khảo

- 1) Nghiem M. Quang, Nakamura H., Siraki K., Analysis of Root Reinforcement At Slip Surface, Journal of The Japan Landslide Society, Vol.40, No.4, November 2003
- 2) Nghiem M. Quang, Nakamura H., Siraki K., Slope stability of forested slopes considering effect of tree root and steel bar reinforcement, Journal of The Japan Landslide Society, Vol.41, No.3, September 2004.
- 3) Nakamura et al, Efficient of nailing method for stabilizing natural slope in rain fall time, Proceeding of 37st Conference – Japan Society of Erosion Control Engineering, May. 2005. (in Japanese)
- 4) Iwasa et al, Non-frame method for stabilizing slope on natural landscape and cultural heritage sites, Proceeding of Symposium of Natural Disaster Prevention For Heritage Site, June. 2007