

**BIỆN PHÁP XỬ LÝ SỰ CỐ TRONG QUÁ TRÌNH
CĂNG KÉO CÁP DỰ ỨNG LỰC CĂNG SAU****Lê Thị Minh Giang¹**

Tóm tắt: Sự cố trong quá trình căng kéo cáp dự ứng lực căng sau có thể xảy ra tại bất kỳ dự án xây dựng dân dụng sử dụng kết cấu dự ứng lực. Các sự cố có thể xảy ra gồm nổ bê tông tại đầu kéo hoặc đầu chết, đứt cáp, tuột đầu neo chết, tắc kẹt đường cáp,.....Nhưng sự cố này cần phải có biện pháp xử lý và phòng tránh kịp thời để đảm bảo tiến độ thi công và chất lượng các cấu kiện dự ứng lực theo đúng tiêu chuẩn thiết kế. Bài báo giới thiệu biện pháp xử lý sự cố cho hai trường hợp khá hi hữu xảy ra trong quá trình thi công cáp dự ứng lực: đường cáp bị tắc kẹt và đường cáp bị tuột đầu neo chết để thấy được tầm quan trọng trong công tác thi công căng kéo cáp dự ứng lực.

Từ khoá: sự cố căng kéo cáp, độ giãn dài lý thuyết, độ giãn dài lý thuyết.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, hầu hết các công trình dân dụng tại Việt Nam đều sử dụng cáp dự ứng lực (DUL) căng sau trong các giải pháp kết cấu của công trình. Vấn đề thiết kế kết cấu DUL căng sau được các nhà tư vấn thiết kế (TVTK) tham vấn và đảm bảo tuân thủ các điều kiện theo tiêu chuẩn thiết kế các kết cấu bê tông hiện hành như tiêu chuẩn BSEN 1992-1-1:2004, tiêu chuẩn ACI 318-2011. Vấn đề thi công kết cấu DUL căng sau được các nhà thầu thi công đệ trình biện pháp thi công và đảm bảo tuân thủ các điều kiện theo tiêu chuẩn TCVN 5308: 1991 (*Yêu cầu về an toàn tổng thể*), 22 TCN 267 - 2000 (*Bộ neo bê tông dự ứng lực _thí nghiệm đồng bộ hệ thống và độ tụt nê*), BS EN 445, 447:1997 (*Vữa bơm cho cáp dự ứng lực. Tiêu chuẩn chung cho vữa bơm*).

Một trong những vấn đề quan trọng nhất trong quá trình thi công cáp DUL căng sau là kết quả căng kéo cáp tại hiện trường- được thể hiện thông qua kết quả độ giãn dài của cáp. Kết quả độ giãn dài thực tế của cáp mà công trường tiến hành căng kéo được phải đảm bảo phù hợp với kết quả mà TVTK tính toán. Nếu có sai số trong kết quả căng kéo cáp giữa công trường và TVTK thì nhà thầu thi công phải trình biện pháp

xử lý căng kéo cáp với sai số độ giãn dài đảm bảo phù hợp với khuyến cáo của liên đoàn FIP quốc tế (FIP, 1975). Tuy nhiên, trong thực tế thi công vẫn xảy ra một vài trường hợp kết quả độ giãn dài thực tế của cáp trên công trường nhỏ hơn hoặc lớn hơn rất nhiều kết quả mà TVTK tính toán. Đối với mỗi trường hợp cụ thể, TVTK sẽ tiến hành kiểm tra lại thiết kế và đưa ra kết luận, đồng thời yêu cầu nhà thầu thi công trình biện pháp xử lý tương ứng. Điều này đòi hỏi nhà thầu thi công luôn phải có biện pháp xử lý phù hợp và hiệu quả cho từng trường hợp cụ thể.

Bài báo trình bày biện pháp xử lý sự cố trong quá trình căng kéo cáp DUL căng sau và áp dụng thực hiện cho các dự án thi công cáp DUL tại Việt Nam.

2. ĐỘ GIÃN DÀI CỦA ĐƯỜNG CÁP DUL**2.1 Độ giãn dài lý thuyết của đường cáp DUL**

Độ giãn dài lý thuyết của đường cáp được tính toán theo công thức sau:

$$\Delta l_t = \frac{1}{A_p E_p} \int_0^{l_c} P_{x,0} \cdot dx \quad (1)$$

trong đó:

$P_{x,0}$: lực ứng suất trước của đường cáp tại vị trí x bất kỳ (kN)

$$P_{x,0} = P_0 \cdot e^{-\mu k x} \text{ (DSI-DYWIDAG)}$$

P_0 : lực ứng suất trước tại đầu kéo

μ : hệ số ma sát của ống ghen

¹ Khoa Công trình, Trường ĐH Thủy lợi

γ_x : tổng góc chuyển hướng tính từ vị trí đặt lực kéo đến điểm x bất kỳ.

l_c : chiều dài của đường cáp

l_s : chiều dài bị mất lực do tụt nêo gây ra

P_e : lực ứng suất trước sau khi kể đến ảnh hưởng của độ tụt nêo

$$l_s = \sqrt{\frac{\Delta l_s \cdot E_p \cdot A_p}{P_e \cdot \mu \cdot \gamma_x}} \quad (2)$$

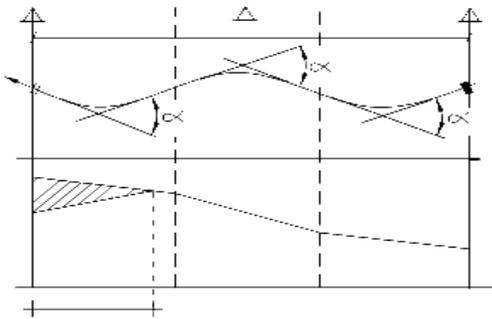
(DSI-DYWIDAG)

$$P_s = P_0 \cdot (1 - 2 \cdot l_s \cdot \mu \cdot \gamma_x) \quad (3)$$

(DSI-DYWIDAG)

A_p : diện tích bó cáp trong ống ghen

E_p : Mô đun đàn hồi của bó cáp



Hình 1. Mô phỏng đường cáp trong cấu kiện và lực trong đường cáp sau khi căng kéo (DSI-DYWIDAG)

2.2 Độ giãn dài thực tế của đường cáp

Độ giãn dài thực tế của đường cáp được tiến hành đo trực tiếp tại công trường sau khi hoàn thành công tác căng kéo đường cáp như sau:

+ Lắp kích vào đầu neo, luồn cáp vào kích. Sau đó, căng kéo cáp với 25% lực căng kéo yêu cầu để khử độ trùng của cáp.

+ Đánh dấu điểm dừng của cáp. Sau đó căng kéo đến 100% lực kéo yêu cầu.

+ Đo khoảng cách của điểm đánh dấu đến đầu neo - X mm (giá trị này phản ánh độ giãn dài của cáp từ 25% đến 100% lực kéo yêu cầu)

+ Tổng độ giãn dài của cáp được tính bằng phép ngoại suy: $\Delta l_x = \frac{x}{0.75}$

2.3 Đánh giá kết quả độ giãn dài của đường cáp sau khi căng kéo

Qua kinh nghiệm thực tế, độ giãn dài lý thuyết và độ giãn dài thực tế của đường cáp

luôn có sự khác nhau. Sai số giữa độ giãn dài thực tế và lý thuyết phụ thuộc vào nhiều nguyên nhân và thông số như: modul đàn hồi thực tế của bê tông, sự co ngót của bê tông, sự phân bố ứng suất dọc theo chiều dài của cáp, hệ số dao động và ma sát, sai số khi đo... Vì vậy, mức độ sai khác giữa độ giãn dài thực tế và lý thuyết khó có thể xác định được chính xác.

Theo FIP (FIP, 1975), sai số độ giãn dài thực tế của đường cáp do thiết bị và sai số do đọc giá trị đo, đặc trưng bê tông và cáp. Các sai số này được điều chỉnh bằng các hệ số sau:

* Sai số do thiết bị:

+ Sai số do thiết bị đo áp lực của kích khoảng $\pm 1\%$

+ Sai số do đơn vị đo áp của kích khoảng $\pm 2\%$

+ Sai số do ma sát trong của kích khoảng $\pm 2\%$

* Sai số do đọc giá trị đo, đặc trưng của bê tông và cáp:

+ Sai số khi đọc giá trị số độ giãn dài của cáp khoảng $\pm 2\%$

+ Sai số do thước đo độ giãn dài của cáp khoảng $\pm 3\%$

+ Sai số biến thiên giá trị ứng suất của đường cáp khoảng $\pm 3\%$

+ Sai số trong modul đàn hồi của bê tông khoảng $\pm 1\%$

Như vậy, tổng sai số do thiết bị (kích kéo cáp) khoảng $\pm 5\%$; sai số do đọc giá trị đo, đặc trưng của bê tông và cáp có tổng sai số khoảng $\pm 9\%$. Tuy nhiên, sai số do đọc giá trị đo, đặc trưng của bê tông và cáp về lý thuyết có thể lên đến $\pm 12\%$. Do đó, tổng sai số của các yếu tố trên có thể lên đến $\pm 17\%$, nhưng xác suất xuất hiện giá trị sai số này xảy ra rất ít.

Vì vậy, sai số giữa độ giãn dài lý thuyết và độ giãn dài thực tế được đề xuất trong phạm vi sau:

$$\sqrt{1^2 + 2^2 + 2^2} + \sqrt{2^2 + 3^2 + 3^2 + 1^2} = \pm 8\%$$

Trong thực tế, với đường cáp có sai số độ giãn nằm trong khoảng $\pm 8\% \sim \pm 17\%$, để đánh giá xem có cần phải xử lý đường cáp hay không, các nhà thầu thi công dự ứng lực thường so sánh sai số độ giãn dài trung bình của các đường cáp trong mẻ đổ hoặc trong cùng dải nhịp chịu tải. Nếu mẻ đổ hoặc trong cùng dải nhịp chịu tải có sai số độ giãn dài trung bình khoảng $\pm 8\%$ thì đường cáp có sai số độ giãn nằm trong khoảng

$\pm 8\% \sim \pm 17\%$ chấp nhận được. Trong trường hợp ngược lại, hiển nhiên phải có biện pháp xử lý cho cáp đó.

Khi sai số độ giãn dài của đường cáp vượt qua cả sai số cho phép theo khuyến cáo của FIP ($> \pm 17\%$) thì có các trường hợp sau: trường hợp sai số độ giãn dài thực tế của cáp $> 17\%$ thì khả năng đường cáp bị đứt hoặc tụt đầu neo chết; trường hợp sai số độ giãn dài thực tế $< -17\%$ thì khả năng đường cáp bị tắc, kẹt.

3. XỬ LÝ SỰ CỐ TRONG QUÁ TRÌNH CĂNG KÉO CÁP DỰ ỨNG LỰC CHO CÁC DỰ ÁN TẠI VIỆT NAM

3.1 Xử lý sự cố tắc đường cáp tại dự án ở Hải Phòng

Dự án nhà để xe tại Hải Phòng có 3 tầng sử dụng kết cấu sàn dầm dự ứng lực. Trong quá trình thi công dự án, kết quả căng kéo cáp của sàn tầng 4 có trường hợp đường cáp 113 (gồm 2 tao cáp) không đạt sai số độ giãn dài cho phép theo FIP.

Vị trí đường cáp 113 được thể hiện trên hình 2. Cao độ cáp, biểu đồ lực ứng suất hữu hiệu và độ giãn dài lý thuyết của đường cáp 113 thể hiện tại hình 3.

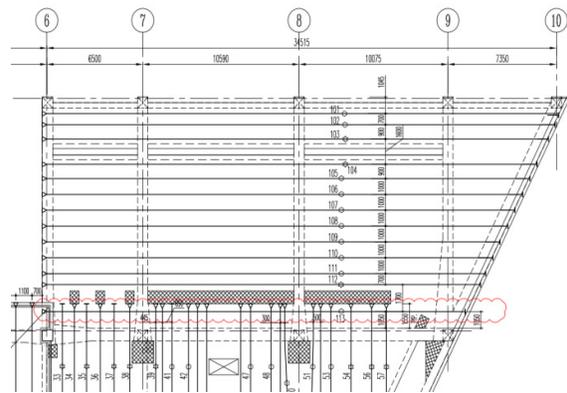
Kết quả căng kéo cáp tầng 4 cho các đường cáp 101~113 được thể hiện ở bảng 1. Sai số độ giãn dài của các đường 101~112 đều nằm trong

phạm vi $\pm 8\%$, đường cáp 113 có sai số nằm ngoài phạm vi $\pm 17\%$.

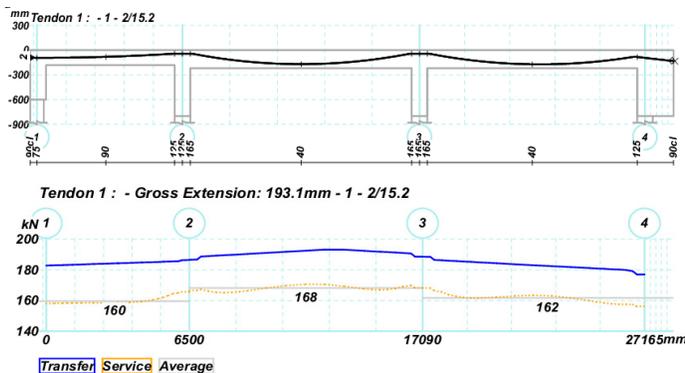
Bảng 1. Kết quả căng kéo cáp tầng 4 cho các đường cáp 101~113

Tendon No	Theoretical Elongation(mm)	Actual Elongation (mm)					Average Elongation(mm)	Deviation (%)
		①	②	③	④	⑤		
111	200	205	187	-	-	196	-2.24%	
112	198	191	185	184	-	187	-5.87%	
113	193	140	137	-	-	139	-28.15%	

Kết luận, đường cáp 113 không đạt sai số độ giãn dài lý thuyết có thể do nguyên nhân đường cáp bị tắc.



Hình 2. Mặt bằng bố trí cáp tầng 4 khu vực đường cáp 113



Hình 3. Cao độ cáp, biểu đồ lực ứng suất trước dọc đường cáp và độ giãn dài lý thuyết của đường cáp 113

Nguyên nhân có thể của sự cố:

Trong quá trình thi công sàn tầng 4 đã xây hiện tượng nỏ đầu neo chết tại đường cáp số 37. Khi xử

lý đường cáp số 37, bộ phận thi công đã tiến hành nhả lực đường cáp 37 và 113, đục bỏ phần bê tông bị nỏ tại vị trí giao cắt đường 37 và 113, đặt lại

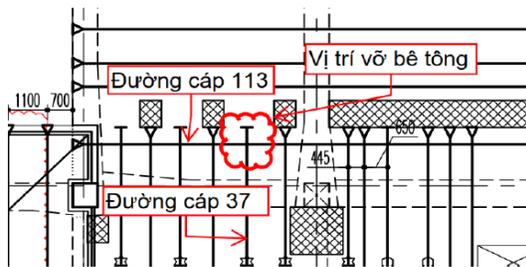
đầu neo chết 37 theo đúng bản vẽ thiết kế. Sau đó, đổ sika bù vào phần bê tông bị nổ.

Đường cáp 113 có thể bị tắc do một trong các nguyên nhân sau:

+ Ống ghen của đường cáp bị móp mép do quá trình đục bê tông xử lý đường cáp 37 dẫn đến tăng độ ma sát trong ống ghen

+ Hoặc do ống ghen bị thủng dẫn đến bê tông hoặc sika chảy vào ống ghen, gây tắc một phần ống ghen.

+ Hoặc do đường cáp bố trí gần dải đỡ sau có nhiều đầu neo căng kéo cho cáp 33~57, đường cáp dễ bị tắc tại điểm giao đầu căng kéo nào đó.



Hình 4. Vị trí dự đoán bị tắc đường cáp

Các biện pháp để xác định vị trí đường cáp bị tắc được đề xuất gồm:

Bịt kín đầu neo của đường cáp 113, thổi khí thử kiểm tra thông đường cáp.

Trường hợp 1: Đường cáp vẫn thông khí

Nếu đường cáp vẫn thông khí dọc suốt từ đầu neo sống đến đầu neo chết, khả năng bê tông hoặc Sika tràn vào trong làm tắc đường cáp là không xảy ra. Đường cáp bị tắc có thể do cục bê

tông rơi vào trong đường cáp trong quá trình đục, gây kẹt sợi cáp trong ống ghen, vị trí có nguy cơ cao nhất là vị trí vỡ bê tông đầu neo chết đường cáp 37. Khi đó, tiến hành nhả lực đường cáp 37, đục bỏ phần bê tông (Sika) tại vị trí này, tháo dỡ ống ghen, loại bỏ phần bê tông gây kẹt đường cáp ra ngoài.

Tiến hành căng kéo lại, kiểm tra độ giãn dài đạt điều kiện cho phép.

Nếu đường cáp không đạt giãn dài cho phép thì sẽ tiến hành siêu âm dọc đường cáp 113 để tìm phần bê tông, vữa gây kẹt đường cáp.

Sau khi xác định được vị trí bê tông tràn vào hoặc móp méo ống ghen, đục bỏ phần bê tông tại đây để loại bỏ tắc. Căng kéo lại và kiểm tra độ giãn dài thực tế

Trường hợp 2: Đường cáp không thông khí (tắc hoàn toàn ở giữa)

Khoan thăm dò các điểm bất kỳ trên dọc đường cáp và thử khí về 2 đầu để xác định điểm tắc đường cáp. Sau đó nhả lực các đường cáp vuông góc với đường 113 tại điểm tắc hoặc đường cáp gần bên cạnh điểm tắc.

Sau khi xác định được điểm tắc đường cáp, tiến hành đục tại vị trí tắc, tháo bỏ ống ghen, lấy phần bê tông bị kẹt trong đường cáp, lắp đặt lại ống ghen đảm bảo kín khí, căng kéo lại và kiểm tra độ giãn dài thực tế.

Kết quả xử lý đường cáp 113 như sau:

- *Kết quả thổi khí đường cáp 113:* Đường cáp vẫn thông khí bình thường.

- *Tiến hành thăm dò tại nơi vỡ bê tông đầu neo chết đường cáp 37 để xác minh giả thiết vị trí tắc cáp:*



Hình 5. Dùng que thép D4 dò tìm vị trí tắc cáp



Hình 6. Que thép dùng lại tại điểm đục bê tông xử lý đầu neo chết 37 bị nổ bê tông

- Tiến hành đục bê tông, cắt bỏ ống ghen, sika và bê tông kẹt trong đường cáp (hình 7)
- Tiến hành căng kéo lại đường cáp 113, kết quả căng kéo thể hiện bảng 2

Bảng 2. Kết quả căng kéo đường cáp 113 sau khi xử lý

Tendon No	Theoretical Elongation(mm)	Actual Elongation (mm)					Average Elongation(mm)	Deviation (%)
		①	②	③	④	⑤		
111	200	205	187	-	-	196	-2.24%	
112	198	191	185	184	-	187	-5.87%	
113	193	173	163	-	-	168	-12.95%	

Sau khi xử lý, đường cáp 113 có sai số nằm trong phạm vi $\pm 17\%$.

Đánh giá sai số độ giãn dài trung bình của các đường cáp 111~113: -7.03% nằm trong phạm vi sai số $\pm 8\%$.

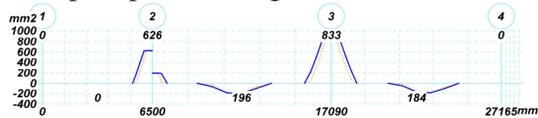


Hình 7. Đục bê tông và xử lý tại vị trí tắc

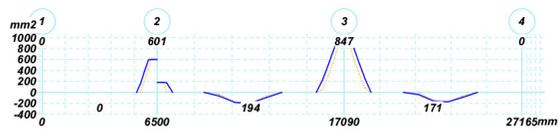
Kết quả kiểm tra khả năng chịu lực của sàn với sai số độ giãn dài -12.95 %: (thể hiện ở hình 8)

Lượng thép gia cường tại gối 2 là 655mm^2 ($d10a300+d10a200$); tại gối 3 là 1016mm^2 ($d10a300+d12a150$). Độ võng giới hạn cho sàn theo tiêu chuẩn: $10590/250=42\text{mm} > 39.3\text{mm}$. Vậy sàn vẫn đảm bảo khả năng chịu lực theo tiêu chuẩn thiết kế ban đầu.

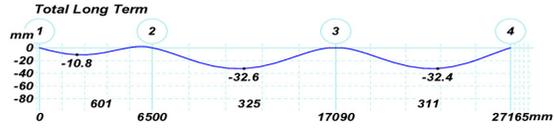
Cho phép công trường tiến hành đổ sika grout lấp lại phần bê tông đã đục.



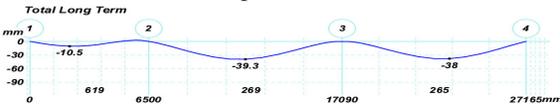
(a)- Lượng thép cần bổ sung cho sàn với độ giãn dài cáp 193mm



(b)- Lượng thép cần bổ sung cho sàn với độ giãn dài cáp 168mm



(c)- Độ võng dài hạn cho sàn với độ giãn dài cáp 193mm

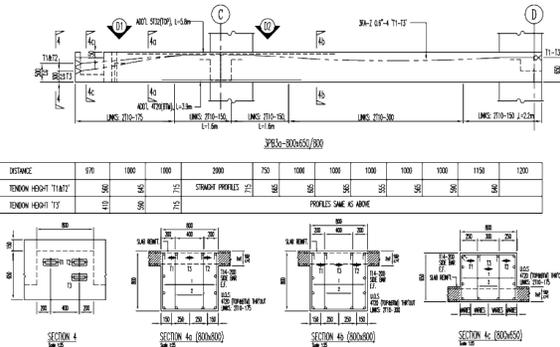


(d)- Độ võng dài hạn cho sàn với độ giãn dài cáp 168mm

Hình 8. Kết quả kiểm tra thiết kế sàn theo 2 trạng thái thiết kế (BS-EN 1992-1-1-2004)

3.2 Xử lý sự cố tụt đầu neo chết đường cáp tại dự án ở thành phố Hồ Chí Minh.

Dự án nhà ở cao tầng tại thành phố Hồ Chí Minh có 6 tầng khối để sử dụng kết cấu sàn dầm dự ứng lực. Trong quá trình thi công dự án, kết quả căng kéo cáp của sàn tầng 3 có trường hợp đường cáp T2 (gồm 4 tao cáp) của dầm 3PB3a không đạt sai số độ giãn dài cho phép theo FIP.

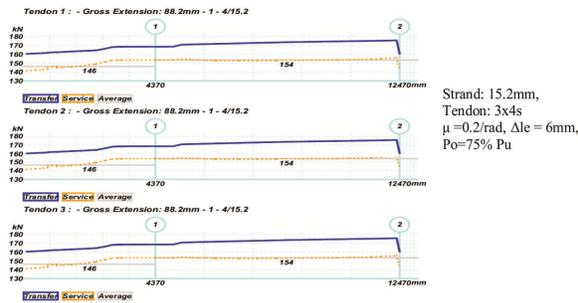


Hình 9. Chi tiết thiết kế dầm 3PB3a

Theo kết quả căng kéo cáp dầm 3PB3a bảng 3, sai số độ giãn dài của các đường T1&T3 (mỗi đường cáp có 4 tao cáp) đều nằm trong phạm vi $\pm 8\%$, đường cáp T2 có sai số nằm ngoài phạm vi $\pm 17\%$.

Bảng 3. Kết quả căng kéo cáp dầm 3PB3a

Tendon No	Theoretical Elongation(mm)	Actual Elongation (mm)					Average Elongation(mm)	Deviation (%)
		①	②	③	④	⑤		
Dầm 3PB3a								
T1	88	89	93	95	89	92	3.98%	
T2	88	93	200	95	95	121	37.22%	
T3	88	93	93	92	92	93	5.11%	



Hình 10. Biểu đồ lực ứng suất trước dọc đường cáp và độ giãn dài lý thuyết của đường cáp T1, T2, T3 - dầm 3PB3a

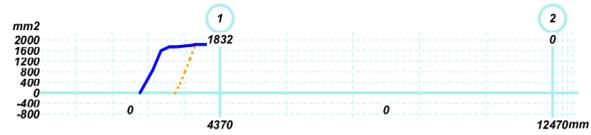
Kết luận, đường cáp T2 không đạt sai số độ giãn dài lý thuyết có thể do nguyên nhân đường cáp bị tụt đầu neo chết. Tuy bị tụt nhưng tao cáp số 2 của đường cáp T2 vẫn giữ được áp lực cuối cùng là 570 bar so với áp lực lý thuyết là 600 bar trong 15 giây.

Nguyên nhân có thể của sự cố: bê tông cục bộ tại vị trí đầu neo chết không đảm bảo chất lượng. Khi căng kéo, phần bê tông đó không chịu được lực tác dụng của đầu neo chết, dẫn tới đường cáp bị tụt vào trong cho đến khi gặp bê tông đảm bảo chất lượng và giữ được tao cáp.

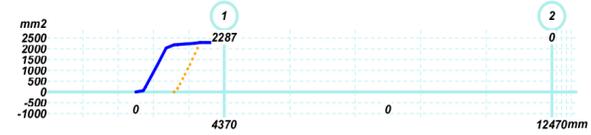
Biện pháp xử lý như sau: Tiến hành kiểm tra, giữ lực lại tao cáp này trên hiện trường trong vòng 15 giây. Nếu áp lực không tụt quá 80% (480 bar) so áp lực cuối cùng là 600 bar thì việc tụt này đã dừng hẳn và đường cáp vẫn còn lực. Kiểm tra lại thiết kế của dầm với trường hợp xấu nhất là đường cáp T2 có 3 tao cáp (bỏ qua tao cáp bị tụt đầu neo chết).

Kết quả kiểm tra thiết kế: (thể hiện ở hình 11)

Với lượng thép bổ sung tại gói 5d32 (4825mm²), trường hợp đường cáp T2 có 3 tao cáp, dầm 3PB3a vẫn đảm bảo khả năng chịu lực theo tiêu chuẩn thiết kế, không cần phải đề xuất thêm biện pháp gia cường cho dầm.



a)- Lượng thép cần bổ sung cho dầm với T2 có 4 tao cáp



(b)- Lượng thép cần bổ sung cho dầm với T2 có 3 tao cáp



(c)- Độ võng dài hạn cho dầm với T2 có 4 tao cáp



(d)- Độ võng dài hạn cho dầm với T2 có 3 tao cáp

Hình 11. Kết quả kiểm tra thiết kế sàn theo 2 trạng thái giới hạn thiết kế (BS-EN 1992-1-1-2004)

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Bài báo giới thiệu biện pháp xử lý sự cố trong quá trình thi công cáp DUL cho hai trường hợp hy hữu là tắc đường cáp và tụt đầu neo chết của cáp. Cả hai trường hợp này đều có sai số độ giãn dài cho phép theo khuyến cáo của FIP từ 1.36~2.2 lần. Biện pháp xử lý hai trường hợp này được đề xuất dựa trên việc phân tích nguyên nhân gây ra sự cố và điều kiện thực tế thi công của công trường. Biện pháp xử lý sự cố tụt đầu neo chết của cáp trong trường hợp này khá đơn giản: tiến hành giữ lực cho cáp để đảm bảo đường cáp đã được neo vào vùng bê tông chất lượng tốt, kiểm tra lại thiết kế dầm khi bỏ qua tác dụng của đường cáp bị sự cố, và không cần tiến hành đục bê tông để neo lại đầu chết cho cáp do dầm vẫn đảm bảo khả năng chịu lực theo tiêu chuẩn thiết kế. Trong trường hợp dầm không đảm bảo điều kiện tiêu chuẩn thiết kế, biện pháp xử lý sự cố tụt đầu neo chết của cáp bắt buộc phải đề xuất phương án

đục bê tông để neo lại đầu neo chết. Biện pháp đục bê tông nhằm xử lý sự cố của đường cáp là biện pháp tương đối phức tạp và ảnh hưởng nhiều đến tiến độ thi công của công trình. Biện pháp này đã được đề xuất và áp dụng trong trường hợp tắc đường cáp nêu trên: dò vị trí tắc

cáp, đục bê tông, loại bỏ các dị vật gây tắc, căng kéo lại đường cáp, và đổ bù sika grout. Từ phân tích nguyên nhân gây ra sự cố đường cáp cho hai trường hợp trên, ta có thể thấy công tác thi công bê tông có vai trò quan trọng trong việc đảm bảo chất lượng thi công cáp DUL.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

BS-EN 1992-1-1-2004, *Design of concrete structure - Part 1-1: General rules and rules for building*.

FIP (1975), *Guide to good practice- Practical construction*, Slough (Wexham Springs, Slough SL3 6PL)

DSI - DYWIDAG, *Strand Calculation of Elongation*: <https://www.dywidag-systems.com/emea/fileadmin/downloads/dywidag-emea/dsi-dywidag-strand-elongation-en.pdf>

Abstract:

TREATMENT METHOD FOR PROBLEMS IN STRESSING POST-TENSION TENDON

Problems in stressing post-tension tendon can be occurred in any civil projects using post-tension structures. The problems can be: broken concrete at stressing end or dead end after stressing, stripped stressing end in concrete, broken strand of tendon, blocked in duct of tendon, etc. Those problems always require punctual treatment and prevention methods to ensure timely construction schedule and quality of post-tension structures as per code requirement. This paper presents treatment method of problems with two seldom cases: blocked in duct of tendon and stripped stressing end in concrete to illustrate for important play of stressing post-tension tendon.

Keywords: problems in stressing tendon, theoretical elongation, actual elongation.

Ngày nhận bài: 07/6/2018

Ngày chấp nhận đăng: 04/8/2018