

## KHAI THÁC MỎ & XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH NGẦM (trang 38-48)

### NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM ĐÁNH GIÁ CƯỜNG ĐỘ CHỊU NÉN VÙNG NEO BÊ TÔNG CỐT SỢI THÉP

TRẦN MẠNH HÙNG, Trường Đại học Mỏ - Địa chất  
TRẦN THU HÀ, Công ty Freyssinet Vietnam

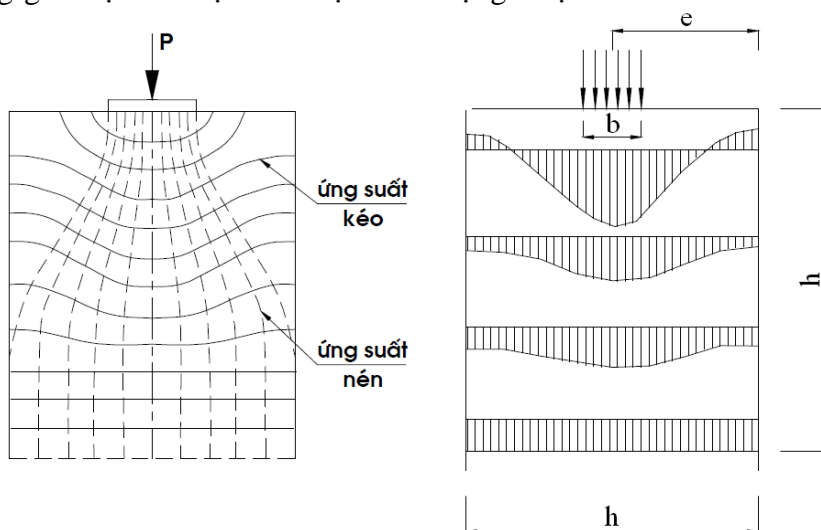
**Tóm tắt:** Bài báo trình bày kết quả thí nghiệm sử dụng bê tông cốt sợi thép (BTCST) để gia cường vùng neo cho kết cấu bê tông dự ứng lực, nhằm khắc phục nhược điểm cường độ bê tông khi căng kéo không đảm bảo dẫn đến phá hủy đầu dầm. Kết quả thí nghiệm đã cho thấy một số ưu điểm của BTCST là có thể tăng cường độ 7 ngày tuổi của bê tông và độ dẻo dai của kết cấu, cho phép căng kéo cấp dự ứng lực sớm hơn so với sử dụng bê tông thường, làm tăng tiến độ thi công. Đồng thời, sử dụng BTCST có thể giảm số lượng cốt thép thường gia cường vùng neo mà vẫn đảm bảo điều kiện chịu lực.

#### 1. Mở đầu

Kết cấu dầm bê tông dự ứng lực kéo sau (BTDUL) đã từ lâu được sử dụng phổ biến trong các công trình xây dựng nhờ vào ưu điểm có khả năng chịu lực tốt hơn so với bê tông cốt thép thường. Tuy nhiên trong dầm BTDUL kéo sau, đầu neo sẽ truyền lực căng cấp lên bê tông qua một tấm đỡ (Bearing plate) có diện tích chịu tải nhỏ và gây nên một ứng suất nén cục bộ rất lớn cùng với sự phân bố lại ứng suất trong bê tông ngay sau thiết bị neo. Kết quả thí nghiệm cho thấy các ứng suất nén dọc tập trung ngay sau tấm đỡ có xu hướng phân tán vào trong dầm và đạt tới sự phân bố đều tại một vị trí xác định, vùng giới hạn bởi vị trí mà tại đó

ứng suất nén dọc phân bố đều tới đầu dầm được gọi là vùng neo (Anchorage zone) (hình 1).

Do có sự tập trung ứng suất tại vùng neo nên đây là vùng thường xảy ra các hiện tượng phá hủy nếu kết cấu không được thiết kế một cách phù hợp. Trên thực tế người ta phải sử dụng các lưới cốt thép và các cốt đai xoắn để gia cường cho đầu neo cấp dự ứng lực căng sau. Tuy nhiên trong nhiều trường hợp do mật độ cốt thép dự ứng lực cao dẫn đến phải bố trí dày đặc một lượng cốt thép gia cường, dẫn đến khả năng thiếu hụt bê tông trong vùng neo khi đổ bê tông gây phá hủy vùng neo trước khi lực căng cấp đạt giá trị thiết kế.



a) Quỹ đạo ứng suất

b) Sự phân bố ứng suất nén

Hình 1. Sự phân bố ứng suất dọc trục dầm (chỉnh sửa từ [1])

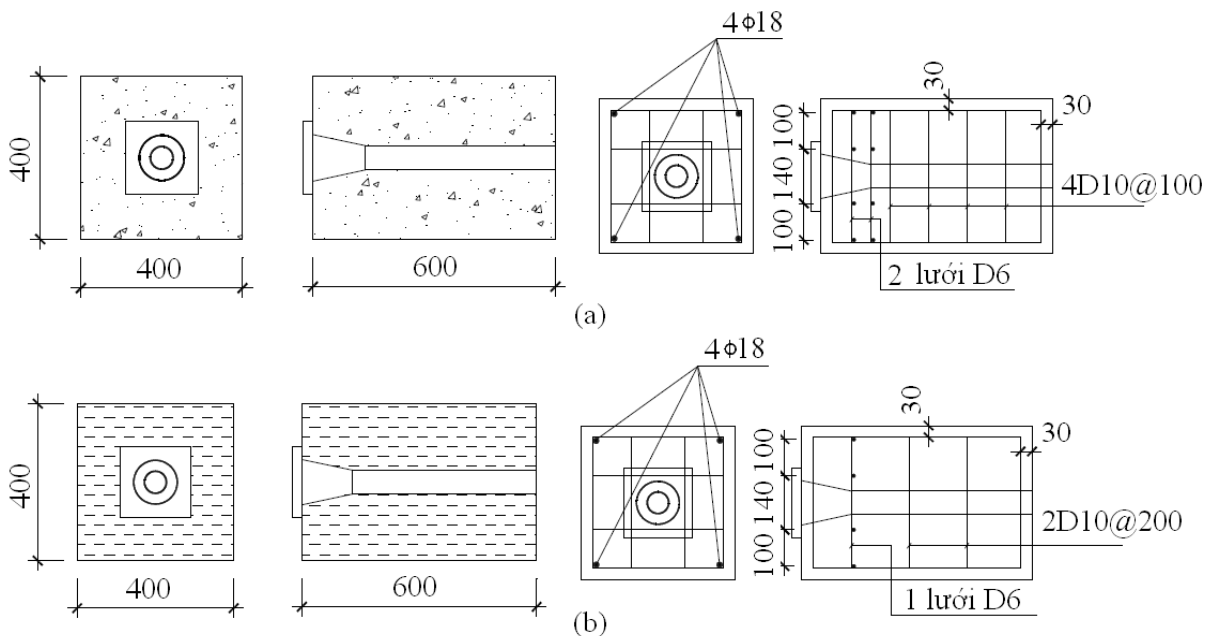
Một trong các giải pháp để tăng cường khả năng chịu lực của bê tông là sử dụng cốt thép phân tán để tăng khả năng chịu lực và giảm ảnh hưởng của các vết nứt trong bê tông [2,3,4,5]. Khi sử dụng BTCST, các sợi thép được đổ cùng bê tông và phân tán khắp trong hỗn hợp bê tông. Chúng là cầu nối các vết nứt và làm tăng tính dẻo dai của kết cấu [6], và làm tăng cường độ chịu kéo khi uốn [7]. Định lượng tăng lên này phụ thuộc nhiều yếu tố như loại sợi, môđun đàn hồi, hệ số chiều dài, cường độ, bề mặt bám dính, thành phần và hướng của sợi.

Tuy nhiên, để áp dụng một cách phổ biến giải pháp trên để gia cường cục bộ vùng neo đầu dầm bê tông cốt thép dự ứng lực, cần có thêm các nghiên cứu về lý thuyết và thực tiễn. Một số tác giả đã nghiên cứu lý thuyết tính toán và thí nghiệm các mẫu dầm với kích thước thực tế để đánh giá hiệu quả sử dụng BTCST đối với kết cấu bê tông cốt thép [8], nhưng những công trình như vậy chưa nhiều và cần được tiếp tục tiến

hành. Bài báo này đưa ra các kết quả nghiên cứu thực nghiệm để so sánh khả năng chịu lực của mô hình đầu dầm bê tông cốt thép và mô hình đối chứng, qua đó xem xét tính ứng dụng thực tiễn của BTCST cho kết cấu BTDUL.

## 2. Mô hình thí nghiệm

Mô hình thí nghiệm là hai mẫu đầu dầm BTDUL có và không có thêm sợi thép (hình 2). Kích thước mẫu thiết kế là 400x400x600mm. Mẫu 1 là mẫu đối chứng được thiết kế bằng bê tông mác 500#, cốt thép dọc cấu tạo 4φ18, cốt thép ngang cấu tạo vùng neo cục bộ là 2 lưới thép φ6 @50 và cốt thép đai cấu tạo vùng neo tổng thể là 4φ10 @100. Mẫu 2 là mẫu bê tông cốt sợi thép thiết kế cùng cấp phối mác 500#, thêm tỉ lệ sợi thép là 0.75% theo thể tích. Cốt thép ngang cấu tạo vùng neo cục bộ là 1 lưới thép φ6 và cốt thép đai cấu tạo vùng neo tổng thể là 2φ10 @200. Mẫu 2 giảm 50% cốt thép thường so với mẫu 1.



Hình 2. Chi tiết đầu dầm (a): bê tông thường (b): bê tông cốt sợi thép

Đầu neo của mẫu thí nghiệm được thiết kế theo kích thước của đầu neo OVM 15-5 như trong bảng 1 và hình 3.

Bảng 1. Thông số kích thước đầu neo OVM 15-5 [9]

Loại neo	Số tạo cáp	Tấm đệm chịu lực (mm)	Hốc neo (mm)	Đường kính ống bọc cáp	Chiều dày ống bọc cáp (mm)
OVM15-5	5 (T15)	180x180x25	115x60x130	60	3

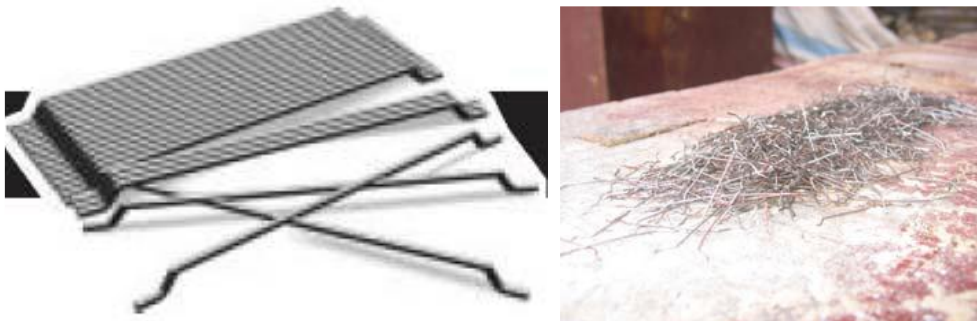


Hình 3. Đầu neo 15-5

Cốt sợi thép sử dụng sợi Dramix - ZP305 với các số liệu như trong bảng sau:

Bảng 2. Các thông số hình học cơ bản của sợi Dramix - ZP305 [10]

Loại sợi	Hãng sản xuất	Chiều dài sợi (mm)	Đường kính sợi (mm)	Tỉ lệ đặc trưng	Hình dạng
Thép	Công ty liên doanh Bekaert	30	0.55	55	Sợi thép nguội, uốn móc hai đầu và dính với nhau thành mảng



Hình 4. Sợi thép ZP305

### 3. Sơ đồ và tải trọng thí nghiệm

**Sơ đồ thí nghiệm:** Do mục tiêu thí nghiệm là xem xét ảnh hưởng của lực nén lên vùng neo của dầm bê tông ứng lực trước căng sau nên sơ đồ thí nghiệm là cấu kiện chịu nén. Lực nén tác động lên cấu kiện thông qua bản đệm của đầu neo truyền vào trong bê tông. Hình 5 thể hiện sơ đồ thí nghiệm dầm sử dụng bê tông thường (MH1) và dầm sử dụng bê tông cốt sợi thép (MH2).



Hình 5. Sơ đồ thí nghiệm

**Tải trọng thí nghiệm:** Quá trình thí nghiệm gồm hai bước: nén mẫu bê tông xác định cường độ ở độ tuổi 7 ngày và sau đó nén mẫu thí nghiệm đầu dầm đến phá hoại.

Với mỗi mô hình (bê tông cốt thép thường và bê tông cốt sợi) có 1 tổ mẫu 3 viên, kích thước 10x10x10 cm.

Thang lực thí nghiệm dùng cho mẫu không sợi thép là 60 T, mỗi vạch 0.2 T và thang lực thí nghiệm dùng cho mẫu có sợi thép là 65 T, mỗi vạch 0.5 T. Kết quả thí nghiệm được tính quy đổi ra mẫu lập phương 15x15x15 cm theo TCVN 3118 – 1993.

Bê tông thiết kế mác 500#, dự kiến tuổi 7 ngày đạt ít nhất 75% cường độ. Tấm đệm chịu lực đầu neo có kích thước 180x180x25 mm. Tải

trọng phá hoại cục bộ dự kiến  $P = 18 \times 18 \times 500 \times 0.75 / 1000 = 121.5$  tấn. Chọn thang lực thí nghiệm 250 tấn và cấp gia tải 5 tấn cho mỗi mẫu thí nghiệm. Thiết bị thí nghiệm là máy nén 300 tấn Kombinat Fritz Heckert (Karl-Marx-Stadt) của Đức.

#### 4. Kết quả thí nghiệm

##### Kết quả thí nghiệm mẫu xác định cường độ bê tông 7 ngày tuổi

Để đánh giá sơ bộ cường độ của bê tông thường (không có cốt sợi thép phân tán) so với bê tông cốt sợi thép, mỗi loại đúc 1 tổ mẫu 3 viên, kích thước 10x10x10 cm và nén mẫu để xác định cường độ 7 ngày tuổi (hình 5). Kết quả được thể hiện trong bảng 3.



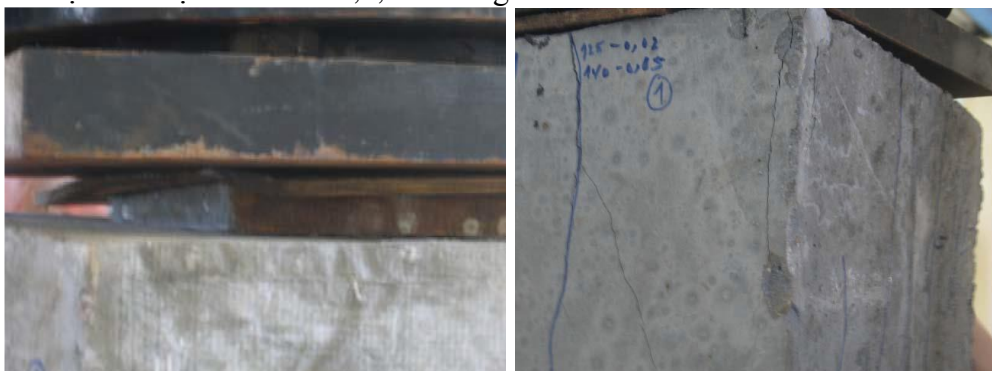
Hình 6. Mẫu bê tông 7 ngày tuổi trước và sau khi phá hoại

Bảng 3. Kết quả thí nghiệm mẫu xác định cường độ bê tông 7 ngày tuổi

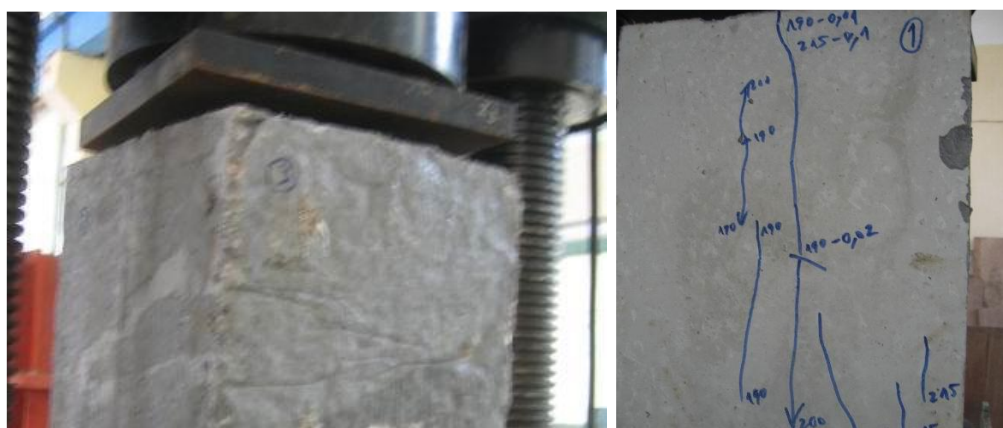
Số hiệu	Loại mẫu	Lực phá hoại (tấn)	Hệ số chuyển đổi	Cường độ (kg/cm <sup>2</sup> )	Cường độ trung bình 7 ngày (kg/cm <sup>2</sup> )
1	Bê tông cốt sợi	51,2	0,91	465,92	490,49
2	Bê tông cốt sợi	60,5	0,91	550,55	
3	Bê tông cốt sợi	50,0	0,91	455,00	
4	Bê tông thường	35,0	0,91	318,5	329,12
5	Bê tông thường	37,1	0,91	337,61	
6	Bê tông thường	36,4	0,91	331,24	

### Kết quả thí nghiệm mô hình đầu neo (MH1, MH2)

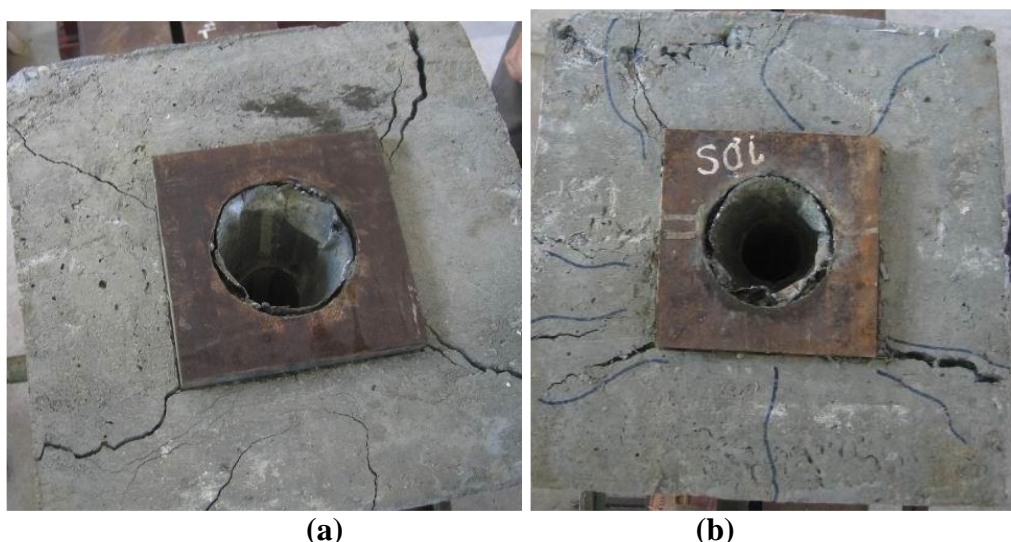
Hai mẫu mô hình đầu neo được thí nghiệm nén để so sánh khả năng chịu lực của mẫu đối chứng sử dụng bê tông thường (MH1) và mẫu đầu dầm sử dụng bê tông cốt sợi thép (MH2). Kết quả nén mẫu được thể hiện trên hình 7,8,9 và bảng 4:



Hình 7. Vết nứt xuất hiện và phát triển (mẫu đối chứng)



Hình 8. Vết nứt xuất hiện và phát triển (mẫu bê tông cốt sợi thép)



Hình 9. Sự phân bố các vết nứt của 2 mẫu sau khi bị phá hoại hoàn toàn  
(a): mẫu đối chứng, (b): bê tông cốt sợi thép.

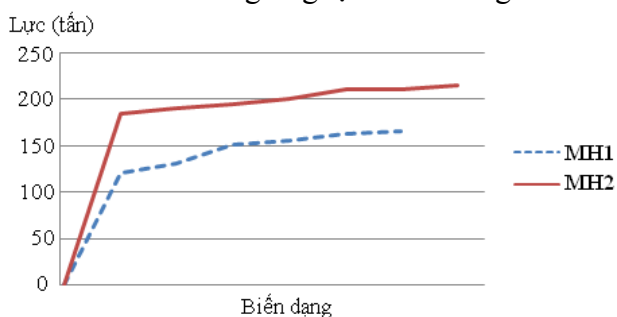
Bảng 4. Kết quả thí nghiệm mẫu MH1 và MH2

Tải trọng tác dụng lên mẫu bê tông thường (tấn)	Tải trọng tác dụng lên mẫu bê tông cốt sợi thép (tấn)	Mô tả biến dạng
0-120	0-185	Chưa xuất hiện vết nứt
125	190	Bắt đầu xuất hiện vết nứt đầu tiên ở mặt số 1
130-150	195-200	Vết nứt xuất hiện ở các mặt 1,2, 3, 4 và phát triển dài ra
155	210	Vết nứt mở rộng và mẫu bắt đầu phá hoại
162	211	Phá hoại góc
165	215	Phá hoại hoàn toàn

### 5. Đánh giá kết quả thí nghiệm

- Kết quả thí nghiệm cho thấy với tỉ lệ sợi thép 0.75%, cường độ chịu nén của mẫu bê tông ở tuổi 7 ngày đạt 98.10 % mức còn bê tông thường đạt 65.82%, chênh lệch 32.28%, như vậy bê tông cốt sợi nhanh đạt mức thiết kế hơn bê tông thường cùng cấp phối. Điều này đặc biệt có lợi trong thi công kết cấu ứng lực trước căng sau vì có thể rút ngắn thời gian kéo cáp.

- Lực phá hoại mẫu thí nghiệm vùng neo đầu dầm ở tuổi 7 ngày của bê tông cốt sợi thép lớn hơn đáng kể so với bê tông thường (215 tấn so với 165 tấn, tăng 30%) (hình 10) trong khi cốt thép gia cường của mô hình có sợi thép giảm 50% so với mô hình không có sợi thép. Điều đó chứng tỏ rằng với 1 tỉ lệ sợi thép thích hợp, có thể giảm cốt thép gia cường trong vùng neo của dầm bê tông ứng lực trước căng sau.



Hình 10. Biểu đồ lực tác dụng / biến dạng của mẫu MH1 và MH2

### 6. Kết luận

Kết quả thí nghiệm được nhóm tác giả tiến hành đã cho thấy một số ưu điểm khi ứng dụng vật liệu bê tông cốt sợi thép phân tán trong thiết

kế vùng neo của kết cấu bê tông ứng lực trước căng sau là:

- Tăng cường độ 7 ngày tuổi của bê tông, cho phép căng kéo cáp dự ứng lực sớm hơn so với sử dụng bê tông thường, làm tăng tiến độ thi công.

- Tăng độ dẻo dai của kết cấu, giảm số vết nứt và chiều rộng vết nứt so với bê tông không sử dụng sợi thép khi chịu cùng tải trọng.

- Cho phép giảm bớt một phần cốt thép thường gia cường vùng neo mà vẫn đảm bảo điều kiện chịu lực.

Như vậy việc áp dụng BTCST cho vùng neo kết cấu BTĐUL là hoàn toàn có cơ sở khoa học và thực tiễn. Để có được những kết luận sâu sắc hơn về vấn đề này, cần có những nghiên cứu tiếp theo cả về lý thuyết và thực nghiệm.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Naaman A.E., 2004. Prestressed concrete analysis and design – Fundamentals, 2nd. Techno Press.
- [2]. Nguyễn Tiến Bình, Nguyễn Tiến Đích, Trần Bá Việt, 2004. Ứng dụng bê tông cốt sợi phân tán. Tạp chí xây dựng – Số 11/2004.
- [3]. Trần Bá Việt, 2005. Bê tông tính năng cao cốt sợi hỗn hợp. Tạp chí xây dựng – Số 5/2005.
- [4]. Nguyễn Mạnh Phát, Lê Thanh Hà, 2007. Nghiên cứu ảnh hưởng của cốt sợi thép phân tán trong vai trò cải thiện tính chất của bê tông. Tạp chí Người xây dựng số tháng 9/2007.
- [5]. Nguyễn Viết Trung, Phạm Duy Anh, 2009. Xác định công thức và tính chất cơ học bê tông

cường độ cao cốt sợi thép. Tạp chí GTVT – Số 7/2009.

[6]. Nguyễn Mạnh Phát, 2007. Sự tương tác giữa vật liệu nền và cốt sợi trong chế tạo bê tông xi măng cốt sợi phân tán. Tạp chí xây dựng – Số 10/2007.

[7]. Nguyễn Việt Trung, Phạm Duy Anh, 2009. Thí nghiệm và phân tích độ dai và cường độ chịu uốn của dầm bê tông cường độ cao cốt sợi thép. Tạp chí Cầu đường Việt Nam.

[8]. Yazdani, N., Spainhour, L., Haroon, S., 2002. Application of Fiber Reinforced Concrete in the end zones of Precast Prestressed Bridge Girders. FDOT Report #1902-145-11, December 2002.

[9]. VSL, 2013. VSL Multistrand systems: Strand and Tendon Properties. Website: <http://www.vsl.net>.

[10]. Bekaert, 2013. Dramix Data Sheet ZP 305. Website: <http://www.bekaert.com>

### SUMMARY

#### **Experimental study on compressive strength of fiber reinforced concrete anchorage zone**

**Tran Manh Hung**, *Hanoi University of Mining and Geology*

**Tran Thu Ha**, *Freyssinet Vietnam*

This paper presents experimental results using steel fiber reinforced concrete (SFRC) in anchorage zone of prestressed concrete structures, in order to overcome compressive failure of end beam due to low concrete compressive strength. Experimental results have shown advantages that SFRC can improve 7 days compressive strength and durability of concrete samples, allowing prestressing earlier than normal conventional concrete. Also, using SFRC can reduce an amount of steel reinforcement in anchorage zone while maintaining strength of the structure.

---

### MỘT SỐ TƯƠNG QUAN GIỮA CHỈ TIÊU CƠ HỌC...

(*tiếp theo trang 37*)

### SUMMARY

#### **Some correlation between dynamic and static properties of soil in Hanoi area**

**Le Trong Thang**, *Nguyen Van Phong*, *Ha Noi University of Mining and Geology*

Soil dynamic properties are important informations for the design of buildings, but determining such targets directly in our country are facing difficulties due to limited equipment and price. This paper introduces some correlation between the dynamic deformation modulus  $E_d$ , the extreme dynamic stress  $\sigma_{gh}$  obtained from cyclic triaxial test with standard penetration value  $N_{30}$ , cohesive coefficient  $c$  and compression coefficient  $a$ , simultaneously make comments and recommendations for the design and soil dynamics studies in the future.