

□ □

## □ □ I. Tổng quan

Nhập chính cẩu Thuần Phôi c Đà Nẵng có kết cẩu d m cẩu treo dây võng liên t c có t ng chi u dài 655m, v i d m h p thép đ c c cẩu t o d ng b n tr c h ng.



Trong d án có h ng m c lắp ghép trên mọt cẩu thép đã đ c B GTVT c b n ch p thu n công nghệ t i Văn b n s 2461/BGTVT-KHCN ngày 09/5/2007. Kết cẩu trên b mọt cẩu thép theo thí t k (t trên xu ng d i) là 02 lắp bê tông nh a SMA10 dày 30 mm & SMA15 dày 40 mm; Lắp ghép ch ng th m, dính bám (Nh a đ ng pha cao su + cát kết tr n s n) dày 1,6 – 2,0mm; Lắp k m dày 100µm trên b n thép tr c h ng c a d m thép dày 12mm. Kinh phí đ tính ban đ u c kho ng 35 t đ ng / 11.700 m<sup>2</sup> mọt cẩu

Tuy nhiên công nghệ lắp ghép mọt cẩu trên b n mọt cẩu thép là công nghệ m i, ph c t p, ch a đ c áp d ng thành công trên các công trình c u n c ta, cũng ch a có b t k mọt ch d n ho c tiêu chu n k thu t nào (trong và ngoài n c) ban hành ch tiêu v t li u s d ng cho kết cẩu bê tông nh a SMA trên lắp ch ng th m, dính bám tr i mọt cẩu thép. Do v y vi c lắp ch n lắp ghép trên mọt cẩu thép cẩu Thuần Phôi c là r t khó kh n. Trong quá trình ki m tra th

nghiêm, các đơn vị tham gia dự án đã đơn vị chuyên nghiệp pháp thi công trên thực tế ra không phù hợp với các điều kiện thực tế công trình.

## **II. Quá trình lựa chọn vật liệu và công nghệ lắp đặt kết cấu**

### **1. Lựa chọn các yêu cầu kỹ thuật ban đầu**

Sở Giao thông vận tải Đà Nẵng đã phối hợp Tập đoàn thi công (công ty CP vận xây dựng 533) tham khảo các tài liệu, chế độ kỹ thuật có liên quan để xây dựng một tiêu chí chung ban đầu (gồm 10 chỉ tiêu) làm cơ sở cho việc lựa chọn vật liệu lắp đặt này. Đó là yêu cầu về nhiệt độ thi công, khả năng chịu nhiệt độ tải trọng, khả năng chịu nhiệt độ của vật liệu trong quá trình khai thác tải trọng, mô đun đàn hồi, mô đun trượt, độ bền căng kéo, độ giãn dài tải trọng, cường độ dính bám với mô đun  $18^{\circ}\text{C} / 80^{\circ}\text{C}$ , khả năng chống trượt với mô đun  $8^{\circ}\text{C}$ , khả năng chống chày mòn của cốt liệu và Tuổi thọ khai thác của vật liệu (thông qua thí nghiệm kháng lão hóa)

Để làm rõ các vấn đề về công nghệ và vật liệu mới này, Sở GTVT đã có thông báo trên trang web của Sở mời các Nhà thầu có năng lực chuyên biệt và trình độ xuất sắc kỹ thuật cho lắp đặt kết cấu thép Thuần Phôi. Đã có 02 công nghệ gia công và 02 loại vật liệu dính bám do 02 đơn vị tham gia đề xuất. Đó là:

2. Công nghệ “Thi công phun chất lỏng nguội” sử dụng vật liệu Eliminator của hãng Stirling Lloyd (Anh) do Liên danh VI512JO đề xuất;

3. Công nghệ “Thi công dán nguội màng chống thấm” sử dụng vật liệu Bituthene 5000 của hãng GRACE (Mỹ) do Liên danh MBA đề xuất.

Tại cuộc họp ngày 25/11/2008, sau khi nghe các đơn vị báo cáo, đại diện Công ty Quản lý XD&CL công trình giao thông (Bộ GTVT), Trung tâm TVTK (Viện KHCN GTVT), Phân viện KHCN GTVT Miền Trung, các chuyên gia của đơn vị thành phố và các đơn vị liên quan tham gia dự án kết cấu Thép (Ban QLDA, TVTK, TVGS) đưa ra những nhận xét các công nghệ nêu trên có mặt sơ bộ về địa điểm và khuyến nghị. Tuy nhiên, tại thời điểm này, công nghệ “Thi công dán nguội màng chống thấm” là hợp lý hơn:

- Lắp đặt lát nền này cần phải phù hợp với công nghệ lắp đặt kết cấu thép trước đây đã được Bộ Giao thông vận tải chấp thuận (không phải xử lý kỹ lưỡng phun kem đã được phê duyệt và triển khai thi công xong);

- Thời gian thi công ngắn, phù hợp với yêu cầu tiến độ thi công kết cấu Thép;

- Về hiệu quả kinh tế: Kinh phí cho lắp đặt kết cấu khi sử dụng vật liệu Bituthene 5000 (1,25 triệu đồng/m<sup>2</sup>) thấp hơn so với sử dụng vật liệu Emlimator (1,95 triệu đồng/m<sup>2</sup>). Ta có thể xem đây là phương án đưa ra phân kỳ, đến thời điểm phải đưa ra tu bổ bê tông nhả trên mặt kết cấu theo quy định (khoảng 10 – 15 năm sau), chúng ta có thể đánh giá, lựa chọn vật liệu lắp đặt kết cấu tại chỗ cho kết cấu Thép (có thể tiếp tục sử dụng vật liệu Bituthene 5000 hoặc vật liệu khác đã được các nhà thầu đề xuất, lựa chọn).

- Về yêu cầu kỹ thuật: Mặc dù tại trình khai thác của kết cấu Thép không có, Bộ Giao thông vận tải sẽ tiếp tục cho đưa các đơn vị liên quan kiểm tra lại toàn bộ các chỉ tiêu kỹ thuật mà nhà cung cấp vật liệu công bố đang thi công yêu cầu bổ sung thêm các thí nghiệm cần thiết khác cũng như so sánh với các loại vật liệu lắp đặt khác để khẳng định sự đảm bảo phù hợp với yêu cầu kỹ thuật của kết cấu Thép.

### **III. Công nghệ trình nghiên cứu và thực nghiệm lựa chọn vật liệu lắp đặt kết cấu**

Chợợng trình nghiẽn cọt u và thợ c nghiợ m bao gợ m các bài kiợ m tra vợ t liợ u lợ p phợng nợợ c và lợ p vợ t liợ u phợ mợ tợ các đợ i nhiợ t đợ khác nhau, trong đợ u kiợ n làm viợ c riêng rợ và làm viợ c đợ ng thợ i. Ngoài ra trong chợợng trình còn có công viợ c theo dợi liên tợ c nhiợ t đợ thợ c tợ cợ a bợ n thép mợ t cợ u đợ xác đợ nh khoợ ng nhiợ t đợ làm viợ c bợ t lợ i cợ a lợ p phợ mợ t cợ u trong suợ t thợ i gian khai thác.

Các đợ n vợ liên quan đã quyợ t đợ nh tợ chợ c đo nhiợ t đợ chính thợ c sau khi đã cợ bợ n hoàn thành công tác hàn gợ n các đợ t đợ m vợ i nhau. Nhiợ t đợ mợ t cợ u sau đợ đã đợợ c theo dợi liên tợ c trong vòng 1 tuợ n tợ ngày 18/4/2009 đợ n ngày 24/4/2009. Kợ t quợ cho thợ y nhiợ t đợ trên bợ n mợ t cợ u khá cao so vợ i đợ báo ban đợ u (nhiợ t đợ cao nhợ t trong ngày đợ u vợợ t quá 60C), đợ c biợ t vào trợ a ngày 19 tháng 4 năm 2009, nhiợ t đợ thợ c tợ đo đợợ c là 84

C. Đây là đợ u cợ c kợ bợ t lợ i cho kợ t cợ u mợ t đợợ ng trên cợ u, và cợ n thiợ t phợ i thợ c hiợ n mợ t sợ đợ u chợ nh vợ vợ t liợ u và công nghệ thi công nhợ m bợ o đợ m tuợ i thợ lâu dài cợ a kợ t cợ u.

### **3.1. Các vợ t liợ u tham gia chợợng trình thợ c nghiợ m**

Vợ t liợ u phợng nợợ c/dính bám:

1. Màng cán sợ n tợ dính dán nguợ i Bituthene 5000 cợ a hợng Grace Construction (USA);
2. Màng cán sợ n khờ nóng Poliflex HV 25AV cợ a Hợng Polyglass (USA);
3. Vợ t liợ u Poplytop (Phun tợ o màng) cợ a hợng ATEX (Hàn Quợ c);

4. Vật liệu Bridge Deck Membrane (Phun tạo màng) của hãng Bridge Preservation (USA);
5. Nhựa đổ ng công titan Pôlime PMB III của hãng Shell, có trăn sủi hủu c xen lu lô;
6. Nhựa đổ ng Êpôxy của Hãng Chemco System (USA).

Vật liệu SMA:

Hợp kim SMA theo Tiêu chuẩn KT do TCVN 533 ban hành và Công Nghệ Thi công do liên danh MBA biên soạn, có điểu chỉnh phù hợp với điểu kiện Việt Nam, thành phần có sủi đống sủi khoáng cenlulô, dùng hàm lượng nhủa cao (6,5-7,0%) đống tăng đống đàn hủi, khả năng chống mủi cũng như khả năng chống lão hoá của lắp ghép đống.

Vật liệu Bê tông nhủa Êpôxy:

Hợp kim bê tông nhủa Êpôxy và lắp dính bám nhủa đống Epôxy chuyên đống cho bủn mặt cốt thép với khác biệt chính là dùng nhủa đống Êpôxy thay cho nhủa đống thông thống.

### **3.2. Các nhủn xét rút ra từ thí nghiệm:**

Đống nhiệt đống thống (30°C), các phá hủi khi nhủ xủy ra ở các vị trí khác nhau

- Với lớp Bituthene 5000 SQ, phá hoại xảy ra giữa mặt bê tông thép và lớp nhả dính ng cao su hoá.

- Với vữa liúu gúc Polyurea (Pôlytop hoặc Bridge Deck Membrane), phá hoại do xảy ra lớp dính bám giữa SMA và mặt lớp phòng nước.

- Với vữa liúu gúc nhả dính cấp titan, phá hoại xảy ra giữa màng nhả (đó dính bám với mặt thép khác tít)

Ở nhiệt độ trên 40°C, với lớp Bituthene 5000 phá hoại đã xảy ra ở lớp màng Polyester gia cường.

Ở nhiệt độ cao (trên 60°C), tất cả các phá hoại xảy ra ở lớp nhả dính bám (tack coat)

Lớp vữa liúu gúc Polyurea (Pôlytop hoặc Bridge Deck Membrane) có độ dính bám và chống trượt trên bê tông bê nh khi nhiệt độ thay đổi (Thí nghiệm kéo trượt tít p). Tuy nhiên như đã nêu trên, khi thí nghiệm tít hóp thì phá hoại (nhỏ, trượt) do xảy ra ở lớp nhả dính bám giữa lớp màng này và lớp SMA (Phá hoại trên lớp tack coat) với giá trị lớn như

Với nhiệt độ thí nghiệm lên đến 70°C, ngoài trừ lớp nhả dính Epoxy, tất cả các lớp nhả dính bám hiện có trên bề mặt không duy trì được khả năng dính bám, gây hiện tượng tách lớp đường giữa SMA. Điều này có khả năng nguy hiểm cho đường bê tông cầu lớp phủ mặt cầu thép do các lớp không làm việc đồng thời trong điều kiện bê tông thép phải chịu biến dạng trùng phập liên tục do tác động của tải trọng xe cộ.

Với nhiệt độ làm việc trên 60°C, trong thời gian dài trong ngày, lớp vật liệu SMA, mặc dù đã sẵn sàng cho nhả đông nhưng công suất của Polime đoc bit PMB 3 có nhiệt độ hoá mềm khá cao (trên 80

°C), nên có các chỉ tiêu kỹ thuật khá thấp, nên có các rủi ro về nứt dãn và lún vết bánh xe vào mùa hè, khó đảm bảo tuổi thọ lâu dài như dự kiến

Sau giai đoạn nghiên cứu thực nghiệm cơ bản trong phòng và hiện trường, các bên tham gia đã thống nhất sẵn sàng BTN Epoxy Asphalt để phủ mặt cầu phía trên xe cộ giao vì hiện sự làm việc của nó trong các công trình thực nghiệm chỉ tiêu dính bám tốt và dính bám phụ hợp nhiệt độ cao mà các loại vật liệu khác không thể đạt được. Liên danh MBA cũng đã thực hiện việc giám sát thi công để đưa phương án đi các phòng thí nghiệm nước ngoài để đánh giá chỉ tiêu độ bền và để chứng minh lún vết bánh xe của BTN Epoxy, so sánh với loại SMA đang nghiên cứu.

Phần tiếp theo, việc sẵn sàng SMA loại Dmax 9,5 với chiều dày tầng đoc bit với chiều dày BTN Epoxy để phủ trên xe cộ giao. Lớp dính bám và bảo vệ chống rỉ trên toàn mặt cầu sẵn sàng cho vật liệu Epoxy Bond coat phun tạo màng bảo vệ thi công chuyên dụng.

### **3.3. Công nghệ thi công**

Liên danh MBA đã liên hệ trực tiếp với hãng Chemco của Hoa Kỳ, là hãng đoc quy chuẩn cung cấp nhả đông Epoxy dùng cho lớp phủ mặt cầu thép và đã vượt qua đoc nhả yêu cầu kỹ thuật giao của hãng này để trở thành nhà cung cấp sản phẩm đoc chấp thuận. Ngoài ra các Kỹ sư thuộc Sở GTVT, Ban QLDA và liên danh MBA còn có các đoc công tác liên lạc sang Thái Lan để kỹ thuật thi công BTN Epoxy, thông tin về thuê thi công và thu thập trao đổi thông tin về các công tác chuẩn bị công thi công cho việc sản xuất và thi công bê tông nhả Epoxy.

Sau khi được thông tin chi tiết về dự án và chủ nhà kết cấu của công trình có thể quy định, Liên danh MBA đã phối hợp với các đơn vị liên quan bắt tay ngay vào công việc soạn thảo quy trình công nghệ thi công chi tiết các lắp đặt kết cấu để trình lên Tổng Giám sát dự án và các bên liên quan trước khi triển khai. Công việc soạn thảo này khá nhàn nhai và nhân lực có chuyên môn cao do tất cả thông tin và tài liệu đều được biên dịch tài liệu nước ngoài, với sự trợ giúp của các chuyên gia nước ngoài thông qua mạng Internet và các đợt kiểm tra hiện trường ngay trong giai đoạn chuẩn bị.

#### **IV. Vật liệu và công nghệ lắp đặt cho Tòa nhà Phức**

##### **4.1. SMA dùng cho phần lắp đặt hành**

###### **4.1.1. Các đặc tính**

- Cấp phối gián đoạn, có khung cốt liên tục;
  
- Sử dụng nhồi a để tăng cao tiến Polime có độ đàn hồi cao;
  
- Hàm lượng nhồi a sử dụng cao, có sử dụng sợi khoáng. cellulose làm ô nhiễm môi trường chống cháy nhồi a;
  
- Độ đàn hồi và khả năng chống lão hóa cao hơn BTN thông thường.



### 4.1.2. Thi công rải SMA

Máy rải Dynapac F140 C của Cienco 6 đã được sử dụng để rải lớp SMA phần bề mặt hành trên mặt cầu Thuận Phước. Máy rải có trang bị hệ thống cảm biến tự động dùng laser để đảm bảo độ bằng phẳng và chiều dày lớp rải. Để có thể rải qua các bulong của phần bề mặt hành (đã được hàn chặt vào mặt cầu trước khi thi công lớp phủ), các Kỹ sư Đà Nẵng đã phải chế tạo mặt bàn là để thay thế, lắp vào thay bàn là gốc của máy rải, với chức năng để nén xuống đúng như bàn là gốc, nhưng vẫn cho phép máy rải đi trên đúng các bulong.

Điểm khác biệt đầu tiên trong việc thi công SMA so với bê tông nhựa chặt là quy trình đầm chặt. Để tránh hiện tượng dính bánh lu và bóc tách vữa liúu do SMA có chứa khá nhiều nhựa trong hỗn hợp và có trên bề mặt, các Kỹ sư đã dùng dầu ăn để bôi trơn bề mặt tất cả các loại lu và đầm. Ngoài ra để đảm bảo độ chặt của SMA thì các vị trí mép vữa rải, lớp SMA đã được rải thi công ra phía tim đường thêm 15cm so với mép thi công để sau này sẽ được cắt lùi vào, đảm bảo độ chặt của SMA và độ bằng phẳng tại khe nối dốc.

## 4.2. Epoxy Asphalt dùng cho phần xe cộ giao

### 4.2.1. Sản xuất Epoxy Asphalt

Các thành phần chính kết dính Epoxy Asphalt Binder đã được nhập khẩu bằng đường thủy từ công ty Oaklan, Hoa Kỳ đến công ty Cát Lái (Thành phố Hồ Chí Minh) và tiếp tục được vận chuyển bằng đường bộ đến trạm trộn Xi măng p TCCG 630 (Cienco 6) trong các thùng phuy 200 lít.

Một máy trộn được biết đến "Meter / Mix” do Công ty ChemCo System sản xuất đã được vận

chuyên tại Thái Lan sang lớp phủ trám trên Cienco 630 để sơn phủ BTN Epoxy. Thi công chuyên dùng này có độ dẻo dai tốt độ bền lâu hai thành phần của Epoxy Asphalt, pha trộn chúng và phun hỗn hợp nhiệt độ trên 110°C đến 121°C vào máy trộn.

Vấn đề kiểm soát nhiệt độ là yếu tố quan trọng cho sự thành công của việc thi công Epoxy Asphalt, khi nhà thầu xử lý mặt trên BTN Epoxy trám trên xuống phụ thuộc, nhiệt độ môi trường để kiểm tra bằng nhiệt kế hồng ngoại. Các mặt đường chấp thuận đường xe lên xe ô tô tải đến loại 15 tấn, đường vận chuyển đến cầu và ly khoảng 16 km, với thời gian vận chuyển ước tính 30 phút.

Yêu cầu kỹ thuật của BTN Epoxy quy định phải kiểm soát nghiêm ngặt về thời gian vận chuyển BTN đến công trường vì các thành phần của Epoxy Asphalt bắt đầu phân rã và gia tăng độ sụt của hỗn hợp. Thời gian trên xe quá lâu có thể làm cho hỗn hợp quá cứng sẽ khó khăn khi đi qua guồn xoắn của máy rải và khó đổ m ch t đ y đ .

#### 4.2.2. Thi công bê tông nhả Epoxy

Công tác đổ bê tông cốt thép hiện trên công trường là vận sinh mặt cầu thép. Bê tông thép mặt cầu đã được phun cát và sơn kết dính khi đổ bê tông chuyên lên lao lớp. Do quá trình đi lại thao tác của công nhân cùng các tác vụ thi công khác trong thời gian dài nên bề mặt dính nhũ bột và bột rải khó tẩy rửa sạch với các thiết bị thông thường. Máy phun nhũ bột áp lực cao chuyên dùng đã được huy động để làm công tác vận sinh mặt cầu. Việc làm vận sinh phải tiến hành và hoàn thành trước khi thi công nhả dính bám ít nhất 6h để đảm bảo rằng bề mặt sạch sẽ và khô ráo trước khi phun nhả.

Trước khi thi công BTN Epoxy, nhà thầu sẽ tiến hành phun mặt lớp dính bám Epoxy Asphalt loại Id trên bề mặt cầu thép đã được sơn kết dính trước đó. Epoxy Asphalt Id là một phiên bản có độ sụt lớn hơn nhả để nhả Epoxy Asphalt, sau khi phân tích sẽ tạo thành một màng Polime cứng hơn so với nhả để nhả Epoxy làm chất kết dính. Lớp sơn kết dính, lớp dính bám Epoxy Asphalt loại Id và lớp BTN Epoxy Asphalt được đổ m ch t có độ rỗng d d i 3% tạo thành một hệ thống bảo vệ chống rỉ sét hiệu quả cho bề mặt cầu thép.

Mặt xe tr n và t i nh a dính bám, cũng đ c s n xu t b i Công ty ChemCo System, đã đ c huy đ ng đ n công tr ng. Thi t b này s hun nóng các thành ph n c a l p dính bám, đ nh li u và tr n các thành ph n v i nhau m t cách t đ ng và phun lên b n m t c u i nhi t đ kho ng 150 ° C thông qua m t h th ng vòi phun.

Đ đ m b o vi c phun nh a không nh h ng đ n các lan can đã đ c l p đ t và cũng đ gi m tác đ ng c a gió trên c u khi phun nh a, các t m ch n b ng g đã đ c chu n b và l p đ t và di chuy n đ c c u trong quá trình phun nh a dính bám Bond coat.

Nhà th u đã ti n hành th m bê tông nh a v i chi u dày l p r i 41mm c ng v i l p bù vênh. Sau khi c n th n ki m tra nhi t đ c a BTN trên m i xe ô tô khi đ n công tr ng, nhà th u s th c hi n các tác v th m gi ng nh vi c th m BTN thông th ng v i m t s ch nh s a nh .

Tiêu chu n k thu t c a D án yêu c u r ng vi c lu s b ph i đ c hoàn t t tr c khi nhi t đ h n h p gi m xu ng đ i 82°C và vi c lu hoàn thi n ph i đ c hoàn t t cu i cùng compaction đ c hoàn t t tr c khi nhi t đ h n h p gi m xu ng đ i 65

C . Các gi i h n v nhi t đ đ c quy đ nh đ b o đ m r ng h n h p bê tông nh a đ c th m s ti p nh n đ c t t c các công đ m nén c n thi t tr c khi ph n ng hóa h c c a các thành ph n x y ra làm tăng đáng k đ s t c a nh a đ ng.

S l ng lu b trí trên c u khá hùng h u g m 2 lu l p lo i 20 t n, m t lu rung 2 bánh 10 t n có trang b l i c t và m t lu tnh ba bánh n ng 12 t n. Th c t r i cho th y ch c n dùng lu l p và lu hai bánh đã đ , không c n dùng đ n lu 3 bánh.

**4.2.3. Trình t và t c đ thi công**



V i ti n đ hoàn thành công trình khá g p, bi n pháp thi công đã đ c xây đ ng theo h ng b o v t i đa ph n bê tông nh a Epoxy trên ph n xe c gi i, do v y ph n SMA 2 bên l b hành đ c thi công tr c đ có th dùng cho các ph ng ti n v n đang tham gia hoàn thi n c u hoạt đ ng trong th i gian th m BTN Epoxy, đ ng th i tránh đ c hi n t ng thi t b thi công SMA đi lên trên m t l p bê tông nh a Epoxy đang hình thành c ng đ .

Công tác th m BTN SMA ph n l b hành đã đ c ti n hành tr c và k t thúc trong vòng 2 ngày. Ngày ti p theo Nhà th u t p trung ti n hành công tác v sinh l i m t c u (đã đ c th i và r a s ch tr c đó, nh ng b dính m t s v t nh a epoxy do xe thi công ph n l gây ra) và phun l p nh a dính bám Epoxy theo quy đ nh. Nh a dính bám Epoxy Bond coat lo i B1d đã đ c phun cho toàn b r ng n a m t c u phía h l u. Phía th ng l u t m dùng đ xe ch bê tông nh a l u thông. T i các l i quay đ u xe có r i m t l p m ng BTN Epoxy lên ph n nh a dính đã phun đ tránh hi n t ng l p xe dính làm h ng l p Bond coat đã thi công.

Ph n xe c gi i phía h l u đã đ c thi công ti p theo v i hai v t th m, chi u r ng m i v t 3,4 m. Sau khi hoàn thành ph n này, đ c i thi n t c đ r i cũng nh tránh vi c ph i làm m i n i đ c gi a hai v t r i, các K s đã quy t đ nh l p thêm b n i dài c a bàn là máy r i đ có th ti n hành r i ph n còn l i v i ch m t v t r i cho n a b r ng c u. Quy t đ nh này đã đ c ch ng minh là thành công v i đ b ng ph ng v t r i và ti n đ thi công đ c c i thi n rõ r t.

Công tác th m bê tông nh a Epoxy đã k t thúc sáng ngày 26/6/2009. Cho đ n nay, c b n v t li u l p ph m t c u ch a phát sinh hi n t ng gì đ lo l ng. Tuy nhiên, th i gian khai thác

chính dài có thể kết luận bất kỳ vấn đề gì. Trong thời gian sắp đến, Sở GTVT sẽ phối hợp chặt chẽ với các đơn vị liên quan để tiếp tục theo dõi mức độ thích ứng của giải pháp lắp đặt kết cấu thép Thuần Phát.

**Bùi Hoàng Trung**