গণপ্রজাতন্ত্রী বাংলাদেশ সরকার

স্থানীয় সরকার প্রকৌশল অধিদপ্তর
আগারগাঁও, শের-ই-বাংলা নগর
ঢাকা-১২০৭।

স্মারক নং-এলজিইডি/সিই/ডিঃইউঃ/ডি-৭৫/২০০৯/৫২৭ তারিখঃ ২৫-০৭- ২০১৩ ইং।

অফিস আদেশ

বিষয়ঃ Pre-Stressed Concrete ব্রীজের গার্ডার কাস্টিং ও Tensioning প্রসঙ্গে ।

এলজিইডি'র অধীনে বিভিন্ন উপজেলা ও ইউনিয়ন সড়কের উপর সম্প্রতি ব্যাপকভাবে প্রিস্ট্রেস্‌ড কনক্রিট গার্ডার ব্রীজ নির্মিত হচ্ছে। প্রিস্ট্রেস্‌ড কনক্রিট মূলতঃ কনক্রিট এর একটি Advanced Technology বিধায় এর গুনগত মান সঠিক রাখার জন্য PC গার্ডারের নির্মাণ কৌশল সম্পর্কে উপযুক্ত জ্ঞান সম্পন্ন দক্ষ জনবলের মাধ্যমে নিবিড় তদারকি প্রয়োজন। কিন্তু মাঠ পর্যায়ে বাস্তবায়নাধীন পিসি গার্ডার ব্রীজের সার্বিক অবস্থা পর্যালোচনা করে দেখা যায় যে, অধিকাংশ ক্ষেত্রে Pre-stressed Concrete Technology'র যথাযথ জ্ঞান ও এর নির্মাণ পদ্ধতি সম্পর্কে সঠিক ধারণা না থাকার কারণে সুষ্ঠুভাবে তদারকি হচ্ছে না, ফলে প্রিস্ট্রেস্‌ড কনক্রিট গার্ডারের গুনগত মানের ব্যত্যয় ঘটছে যা ব্রীজের কার্যকারীতা ও স্থায়ীত্বের জন্য অত্যন্ত ক্ষতিকর। এর প্রেক্ষিতে সংশ্লিষ্ট সকলকে প্রিস্ট্রেস্‌ড কনক্রিট গার্ডার নির্মাণকালে প্রতিটি স্তরে যথাযথ পদ্ধতি অনুসরণ পূর্বক গুনগত মান রক্ষার জন্য উপযুক্ত পদক্ষেপ গ্রহণের নির্দেশ দেয়া হলো। সেই সঙ্গে প্রিস্ট্রেস্‌ড কনক্রিট গার্ডার কাষ্টিং ও Tensioning Operation সূষ্ঠুভাবে সম্পন্ন করার জন্য সংযুক্ত নির্দেশনাবলী (সংযুক্তি-১-ছয় পৃষ্ঠা) যথাযথভাবে অনুসরণ করে চেকলিষ্ট (সংযুক্তি-২,৩-৪ পৃষ্ঠা) ও Post Tensioning Format (সংযুক্তি-৪-২ পৃষ্ঠা) সন্তোষজনকভাবে পুরণ করার জন্য নির্দেশ প্রদান করা হলো।

Concrete Mix Design/Trial Mix, Concrete Casting এবং Pre-stressing Steel Tensioning এর পূর্বে এলজিইডি'র ডিজাইন/মান নিয়ন্ত্রণ ইউনিটের কর্মকর্তা/পরামর্শকদের পরামর্শ গ্রহণ/সাইট পরিদর্শনের ব্যবস্থা নিতে হবে।

২৫/৭/২০১৩
(মোঃ ওয়াহিদুর রহমান)
প্রধান প্রকৌশলী

অনুলিপিঃ

জ্ঞাতার্থে ঃ

১। অতিরিক্ত প্রধান প্রকৌশলী (সমন্বিত পানি ব্যবস্থাপনা/বাস্তবায়ন/রক্ষণাবেক্ষণ/পরিকল্পনা ও ডিজাইন), এলজিইডি, সদর দপ্তর ঢাকা।

২। তত্ত্বাবধায়ক প্রকৌশলী (ডিজাইন/ প্রশিক্ষণ ও মান নয়ন্ত্রণ/ নগর ব্যবস্থাপনা/ প্রশাসন/ পরিকল্পনা/ রক্ষণাবেক্ষণ/ প্রকল্প মনিটরিং ও মূল্যায়ন/সমন্বিত পানি সম্পদ ব্যবস্থাপনা/ অঞ্চল (সকল).............., এলজিইডি।

কার্যার্থেঃ

১। প্রকল্প পরিচালক (সকল), এলজিইডি, সদর দপ্তর ঢাকা।

২। নির্বাহী প্রকৌশলী (সকল জেলা), এলজিইডি, জেলাঃ.............................।

৩। উপজেলা প্রকৌশলী (সকল উপজেলা), এলজিইডি, উপজেলা ঃ ...., জেলাঃ..................।

এলজিইডি এর অধীনে নির্মাণাধীন/নির্মিতব্য ব্রিজ সমূহের Pre-stressed Concrete Girder Casting ও Tensioning এর জন্য প্রয়োজনীয় নির্দেশনাবলী

১। Scaffolding & Formwork :

- Scaffolding এর জন্য কমপক্ষে ৬″ (ছয়) ইঞ্চি diameter ও ১/৪″ Thickness এর MS Pipe ব্যবহার করতে হবে।
- একটি Girder Casting এর জন্য MS Pipe সমূহ সর্বোচ্চ ৫′ (পাঁচ) ফুট অন্তর Long Direction বরাবর Drive করতে হবে এবং Transverse Direction বরাবর কমপক্ষে ৫(পাঁচ) টি Pipe সর্বোচ্চ ১.০মিটার অন্তর Drive করতে হবে।
- Engineering News Formula (P=WH/6(S+C)) ব্যবহার করে Pipe সমূহের Bearing Capacity নিশ্চিত হওয়ার জন্য driving record সঠিকভাবে সাইটে সংরক্ষণ করতে হবে।
- Driving এর জন্য কমপক্ষে 120 Kg ওজনের Hammer ব্যবহার করতে হবে এবং Height of fall অন্তত ৫′ (পাঁচ) ফুট রাখতে হবে।
- Driving এর সময় Pipe সমূহের Settlement গড়ে সর্বোচ্চ প্রতি Blowতে ২মিঃ মিঃ এর নীচে না আসা পর্যন্ত Driving Continue করতে হবে।
- Scaffolding এর X-bracing এর জন্য 2″x 2″x ⅛″ Size এর MS Angle Welding করে লাগাতে হবে।
- Bracing সমূহ Horizontal এবং Vertical বরাবর সর্বোচ্চ ১.০মিটার অন্তর দিতে হবে।
- উল্লেখিত নির্দেশনা অনুযায়ী Scaffolding এর Calculation সহ ড্রইং প্রস্তুত করে সংশ্লিষ্ট নির্বাহী প্রকৌশলী/ডিজাইন ইউনিটের অনুমোদন নিতে হবে।
- PC Girder এর Formwork এর জন্য MS Sheet এর Thickness Girder Depth ২.০ (দুই) মিটার পর্যন্ত 12 BWG এবং ২.০ দুই মিটারের অধিক Depth এর জন্য 10 BWG হতে হবে।
- Formwork এর বাহির সাইটে আনুভূমিক ও লম্বভাবে 1½″x1½″x ⅛″ MS Angle এর Bracing ১′ (এক) ফুট অন্তর Welding করে বসাতে হবে।
- Formwork এর Size ও Shape design/drawing অনুযায়ী সম্পন্ন করতে হবে।
- PC Girder এর End Shutter ডিজাইন/ড্রইং এ প্রদত্ত Immergence Angle অনুযায়ী বানাতে হবে।

২। Casting of Pre-stressed Concrete :

- PC Girder এর Concreting এর জন্য অবশ্যই সর্বোচ্চ মানের Ordinary Portland Cement (OPC)-BDS EN-197-1(CEM-I) ব্যবহার করতে হবে। কোনভাবেই Fly Ash/Slag মিশ্রিত Composite Cement ব্যবহার করা যাবে না।
- Pre-stressed Concrete এ ব্যবহৃত পাথরের LA Value অবশ্যই ৩০ (ত্রিশ) এর কম থাকতে হবে এবং Well graded (20mm down) হতে হবে। কোন প্রকার মরা পাথর, Oversize পাথর, Flaky পাথর থাকতে পারবে না।
- Casting এর সময় পাথর SSD Condition এ থাকতে হবে। কোন অবস্থাই Casting চলাকালীন সময়ে পাথরে পানি দেয়া যাবে না। Casting এর-২৪ (চব্বিশ) ঘন্টা পূর্বেই পাথর পানি দিয়ে wash করতে হবে।

- বালির F.M ডিজাইন অনুযায়ী ২.৮ এর উপরে হতে হবে এবং Casting এর বালিতে কোন প্রকার মাটি বা অর্গানিক পদার্থ থাকতে পারবে না। Casting এর ২৪ (চব্বিশ) ঘন্টা পূর্বে বালিতে পানি দিয়ে ভালোভাবে wash করতে হবে।
- Concrete Mix. Design/Trial Mix এর জন্য Target Strength Concrete এর Specified Strength এর ১.৩৩ গুণ হতে হবে।
- Casting এ ব্যবহৃত পানি অবশ্যই Drinkable হতে হবে। পানিতে কোন প্রকার Salinity থাকতে পারবে না।
- Casting এর সময় Mix design অনুযায়ী সিমেন্ট বালি পাথরের অনুপাত, w/c ratio (Max. 0.4), Water Reducing Admixture এর Type ও পরিমাণ নিশ্চিত রাখতে হবে।
- Casting এর পূর্বেই Pre-stressing Steel এবং Anchorage এর সন্তোষজনক Test Result সম্পন্ন করতে হবে। উল্লেখ যে, Pre-stressing Steel এর Yeild Strength অবশ্যই Ultimate Strength এর ৯০% এর বেশী হতে হবে।
- Drawing অনুযায়ী Cable Profile Maintain করে Duct সমূহ ১(এক) মিটার অন্তর Welding করে শক্তভাবে বাঁধতে হবে।
- End Shutter এ Anchorage সমূহ ড্রইং-এ প্রদত্ত Immergence Angle অনুযায়ী শক্তভাবে বসাতে হবে।
- Formwork এর Joint সমূহ Foam/Rubber Sheet ব্যবহার করে সম্পূর্ণভাবে Leak Proof করতে হবে।
- Casting শুরুর পূর্বে প্রয়োজনীয় পরিমাণের Material (সিমেন্ট, বালি, পাথর, পানি, admixture) এর ব্যবস্থা সাইটে নিশ্চিত রাখতে হবে।
- Casting এ ব্যবহৃত Equipment (Mixture Machine, Nozzle Vibrator, Form Vibrator, Generator, Cylinder) ভালো অবস্থায় সাইটে থাকতে হবে এবং প্রয়োজনে অতিরিক্ত Equipment Stand by অবস্থায় রাখতে হবে।
- কোন গার্ডারের Casting শুরুর পর কোন প্রকার Gap না দিয়ে সম্পূর্ণ Casting সর্বোচ্চ ৬ (ছয়) ঘন্টার মধ্যে শেষ করতে হবে। তার জন্য অন্তত দুই সেট Mixture Machine এবং দুই Group Labour রাখতে হবে।
- Casting এর পরিমাণ ৪০ (চল্লিশ) CUM এর বেশি হলে Batching Plant অথবা Ready Mix Concrete ব্যবহার করে সম্পূর্ণ Casting ৬ (ছয়) ঘন্টার মধ্যে সম্পন্ন করতে হবে।
- Casting চলাকালীন সময়ে Random ভিত্তিক প্রতি গার্ডারের জন্য কমপক্ষে ৩ (তিন) সেট সিলি-ার (তিনটিতে এক সেট) Sample সংগ্রহ করতে হবে।
- Casting সম্পন্ন হওয়ার কমপক্ষে ৪৮ ঘণ্টা পর গার্ডারের সাইট সাটার Remove করা যাবে এবং গার্ডারের Surface নিরবিচ্ছিন্ন ভাবে পানি দিয়ে কমপক্ষে ২১দিন Curing করতে হবে।

৩। **<u>Pre-stressing Steel এর Test</u>** :

Pre-stressing Steel এর গুনগত মান নিশ্চিত হওয়ার জন্য নিম্নবর্ণিত Test সমূহ Girder Casting এর পূর্বেই সম্পাদন করতে হবে।

- Ultimate Tensile Strength
- Yeild Strength
- X-Sectional Area/Unit Weight

- Modulus of Elasticity
- Elongation at Rupture

৪। Pre-stressing Anchorage এর Test :

- Post Tensioning Anchorage সমূহ ড্রইং ও ডিজাইন অনুযায়ী আর্ন্তজাতিক মানের (Freyssinate, Dynamic Poston, Usha Martin ইত্যাদি) হতে হবে।
- Anchorage সমূহের Manufacturer কর্তৃক সম্পাদিত সন্তোষজনক Capacity Test Certificate থাকতে হবে।
- Pre-stressing Anchorage এর গুনগত মান যাচাইয়ের জন্য কোন অনুমোদিত সংস্থা (BUET) থেকে Anchorage এর Capacity/Efficiency Test সম্পাদন করতে হবে।

৫। Sheathing Duct এর Joint :

সঠিকভাবে Tensioning এর জন্য Cable/Sheathing duct এর joint নিম্নোক্তভাবে সম্পন্ন করতে হবে।

- Sheathing Duct এর joint সমূহ Socket এর মাধ্যমে সম্পন্ন করতে হবে।
- Socket এর দৈর্ঘ্য ৮-১০ ইঞ্চি হতে হবে।
- Socket এর ব্যাস Sheathing Duct এর চেয়ে একটু বেশী হতে হবে।
- Socket ও Sheathing duct এর Material একই হতে হবে।
- Socket এর দুই প্রান্ত দিয়ে Sheathing duct ঢুকাতে হবে।
- Socket ও Sheathing duct এর Joint সমূহ এডিসিভ মাসকিন টেপ দিয়ে মুরিয়ে দিতে হবে।

৬। Tensioning Operation :

- Tension এর সময় দূর্ঘটনা এড়াতে Girder এর দুই প্রান্তে (Jacking End) নিরাপত্তা মূলক ব্যবস্থা রাখতে হবে।
- Tensioning শুরুর পূর্বে Girder এর Cable সমূহ যথেষ্ট Free আছে কিনা তা Push & Pull এর মাধ্যমে নিশ্চিত করতে হবে।
- Tensioning এর পূর্বে Hydraulic Jack, Pressure Gauge, Pump এর Updated Calibration (সর্বোচ্চ ছয় মাস) নিশ্চিত করে Report সাইটে রাখতে হবে।
- Tensioning এর পূর্বে Concrete এর Strength এবং Age, Design এর নির্দেশনা অনুযায়ী সন্তোষজনক হতে হবে।
- Tensioning এর সময় Pre-stressing Steel এবং Anchorage এর Test Result সমূহ সাইটে থাকতে হবে।
- Tensioning Jack ও Pump Operation এর জন্য ঠিকাদারের প্রশিক্ষণপ্রাপ্ত এবং দক্ষ কারিগরী লোকবল থাকতে হবে।
- Tensioning প্রক্রিয়া সুষ্ঠুভাবে সম্পন্নের জন্য প্রয়োজনীয় Intercom/Mobile, Stationary, Graph Paper ইত্যাদির ব্যবস্থা রাখতে হবে।

- Tensioning প্রক্রিয়া নির্বিঘ্নে সম্পন্ন করার জন্য Tensioning Jack, Pump ও Generator এর সঠিক Functioning সম্পর্কে নিশ্চিত হতে হবে। প্রয়োজনে অতিরিক্ত Generator এর ব্যবস্থা রাখতে হবে।

- Cable সমূহের Tensioning এর তথ্য সংরক্ষণের জন্য অত্রসাথ সংযুক্ত Tensioning Format (সংযুক্তি-৪) ব্যবহার করতে হবে।

- Tensioning শুরুর পূর্বে Pre-stressing Steel এর Properties এর সম্পন্নকৃত Test Report অনুযায়ী প্রত্যেক Cable এর Elongation সংশোধন করতে হবে। তাছাড়া Tensioning এর জন্য ব্যবহৃত Hydraulic Jack এর Actual Grip Length অনুযায়ী Cable সমূহের elongation সংশোধন করতে হবে।

- Hydraulic Jack এবং Pressure Gauge এর Updated Calibration অনুযায়ী ধাপে ধাপে (50 Kg/cm^2 অন্তর) প্রয়োজনীয় Design Jacking Force Apply করতে হবে।

- PC Girder এ অবস্থিত Cable সমূহের Slack remove করার জন্য Initial Jacking Force (100 kg/cm^2) Apply করে Zero Correction এর মাধ্যমে প্রতি ধাপে Jacking Force এর জন্য সঠিক Elongation নির্ণয় করতে হবে। Tensioning Operation এর যাবতীয় তথ্যাদি Standard Tensioning Format (সংযুক্ত-৪) এ লিপিবদ্ধ করতে হবে।

- Both End Tensioning এর ক্ষেত্রে Jacking Force Cable এর উভয় প্রান্তে সমানভাবে সমান সময়ে একই সাথে Apply করতে হবে যেন উভয় প্রান্তের Elongation সমান হয়। এজন্য দুই প্রান্তের Hydraulic Jack এবং Pump Operator দ্বয়ের মধ্যে সমন্বয় করে Jacking Force Apply করতে হবে।

- Single End Tensioning এর ক্ষেত্রে Hydraulic Jack এর সম্প্রসারণযোগ্য Ram/Piston এর দৈর্ঘ্য অবশ্যই Cable এর Corrected elongation এর চেয়ে কমপক্ষে ২৫ মিঃমিঃ বেশী হতে হবে।

- যদি Cable এর সংশোধিত Calculated elongation প্রয়োজনীয় Jacking Force প্রয়োগের পূর্বেই পাওয়া যায় তবে অবশিষ্ট Jacking Force এর মাত্রা ধীরে ধীরে এমনভাবে বাড়াতে হবে যেন প্রাপ্ত elongation প্রয়োজনীয় Elongation এর ৫% এর অধিক না হয়। যদি প্রয়োজনীয় Jacking Force এর ৯৫% Force প্রয়োগের পূর্বেই অতিরিক্ত Elongation ৫% পর্যন্ত হয়ে যায় **তখন Tensioning প্রক্রিয়া বন্ধ রেখে সংশ্লিষ্ট ডিজাইন প্রকৌশলীকে অবহিত করতে হবে।**

- যদি প্রয়োজনীয় Jacking Force প্রয়োগের পরও Cable এর সংশোধিত Calculated Elongation না পাওয়া যায় তবে Calculated Elongation পর্যন্ত Jacking Force এর প্রয়োগ ধীরে ধীরে বাড়াতে হবে কিন্তু কোন অবস্থাতেই Jacking Force এর পরিমাণ প্রয়োজনীয় Jacking Force এর ৫% এর অধিক হবে না।

- Jacking Force এর প্রয়োগ ডিজাইন Jacking Force এর অধিক ৫% বৃদ্ধির পরও যদি Cable এর প্রাপ্ত Elongation Calculated Elongation এর ৯৫% এর কম থাকে **তবে Tensioning প্রক্রিয়া বন্ধ রেখে সংশ্লিষ্ট ডিজাইন প্রকৌশলীকে অবহিত করতে হবে।**

- কোন Cable এর Tensioning Operation সুষ্ঠুভাবে সম্পন্ন হওয়ার পর Hydraulic Jack এর Manufacturer's Recommendation অনুযায়ী Blocking Pressure Apply করতে হবে। তবে কোন ভাবেই Recommended Pressure এর অতিরিক্ত Blocking Pressure দেয়া যাবে না।

- Blocking প্রক্রিয়া সম্পন্ন হওয়ার পর Cable এর Tensioning Force ধীরে ধীরে (কমপক্ষে ৩০ মিনিট পর্যন্ত) Release করতে হবে যেন Cable এর Net Slip ড্রইং এ প্রদত্ত Design Slip এর মধ্যেই সীমাবদ্ধ থাকে। যদি Net Slip Design Slip এর থেকে বেশী হয় **তবে পরবর্তী নির্দেশনার জন্য সাথে সাথে ডিজাইন প্রকৌশলীকে অবহিত করতে হবে।**

- Tensioning এর ফলে Girder এর Upward Hogging পরিমাপের জন্য Tensioning শুরুর পূর্বেই গার্ডারের Top Surface এ তিনটি Point এ (দুই প্রান্ত এবং মধ্য খানে) Level Machine এর মাধ্যমে

R.L. সংরক্ষণ করতে হবে। Tensioning প্রক্রিয়া সুষ্ঠুভাবে সম্পন্ন হওয়ার পর আবারও Girder Top Surface এ পূর্বের তিনটি Point এর R.L. সংরক্ষণ করতে হবে। তিনটি স্থানের দুইবারের R.L এর পার্থক্য থেকে গার্ডারে Upward Hogging পরিমাপ করতে হবে।

- Tensioning প্রক্রিয়া সম্পন্ন করার পর Jack Cable থেকে সরিয়ে ফেলতে হবে এবং নিশ্চিত হতে হবে যেন Strand ও Live Grip সমূহ অক্ষত অবস্থায় আছে। তাছাড়া Live Grip সমূহ Anchorage এর Bearing Plate থেকে অন্তত ১৫ মিঃ মিঃ Exposed থাকে।
- Cable থেকে Jack অপসারণের পর যদি দেখা যায় যে Stand এর কোন Ply কেটে গিয়েছে বা Grip ভেঙ্গে গিয়েছে তবে তা ডিজাইন প্রকৌশলীকে জানাতে হবে। প্রয়োজনে Cable কে Detensioning করে পুনরায় Tensioning করতে হবে।
- Tensioning এর পর Cable এর উভয় প্রান্তে Bearing Plate থেকে কোন নির্দিষ্ট দুরত্বে Strand সমূহের উপর Marking করে তা ২৪ ঘণ্টা Observe করতে হবে এবং এই সময়ে কোন Slip হয়ে থাকলে তা পূর্বের Net Slip সাথে যোগ করতে হবে।
- উপরে উল্লেখিত পদ্ধতিতে ড্রইং এ প্রদত্ত Tensioning Sequence এবং Stage অনুসরণ করে PC Girder এর প্রতিটি Cable এর Tensioning Operation সুষ্ঠুভাবে সম্পন্ন করতে হবে।

৭। **<u>Grouting of Cable Duct</u> :**

- Tensioning প্রক্রিয়া সুষ্ঠুভাবে সম্পন্ন হওয়ার ২৪ (চব্বিশ) ঘন্টা পর Cable এর উভয় প্রান্তে Strand এর অতিরিক্ত অংশ Live Grip এর মাথা থেকে অন্তত ২৫ মিঃ মিঃ রেখে Electric Grinder এর মাধ্যমে কাটতে হবে তবে **কোন ভাবেই GAS Welder দিয়ে কাটা যাবে না।**
- PC Girder এর Cable এর Tensioning Operation সম্পন্ন করার পর Duct-এর Grouting প্রক্রিয়া শুরু করতে হবে।
- Cable এর Duct সমূহ Grout করার জন্য Electric Operated Pump, Agiater এবং Air Compresser সাইটে থাকতে হবে।
- Grout Mix তৈরীর জন্য অবশ্যই Ordinary Portland Cement, Drinkable Water এবং Non-Shrinkage Admixture ব্যবহার করতে হবে।
- Grouting এ Water/Cement Ratio 0.45 হবে এবং Admixture এর পরিমাণ Manufacturer এর Recommendation অনুযায়ী মিশ্রিত করতে হবে।
- Grouting শুরুর পূর্বে Cable Duct এর ময়লা পানি Pump করে পরিস্কার করতে হবে তারপর Air Compressure এর মাধ্যমে Duct এর ভেতর শুকিয়ে নিতে হবে।
- দক্ষ প্রকৌশলীর উপস্থিতিতে Cable duct এর Grouting প্রক্রিয়া সম্পন্ন করতে হবে।
- PC Girder এর Cable সমূহের Grouting সম্পন্ন করার পর Girder এর Final Position এ Bearing এর উপর না বসানো পর্যন্ত গার্ডারের উভয় পার্শ্বে Support (বালির বস্তা, Re-bar Tie-up etc.) দিয়ে PC Girder কে Stable অবস্থায় রাখতে হবে।

৮। **<u>Erection of PC Girder</u> :**

- গার্ডারের সকল Cable এর Tensioning ও Grouting প্রক্রিয়া সুষ্ঠুভাবে সম্পন্ন করার পর গার্ডারকে Lifting & Side Shifting প্রক্রিয়ার মাধ্যমে Bearing এর উপর বসাতে হবে।
- গার্ডার Bearing এর উপর বসানোর পূর্বেই Bearing এর জন্য নিম্নে বর্ণিত নির্ধারিত সকল Test সমূহ সন্তোষজনক ভাবে সম্পন্ন করতে হবে।

- PC Girder এর Casting অবস্থা থেকে অত্যন্ত সতর্কতার সাথে দক্ষ জনবল ও সঠিক Equipment (Lifting & Shifting Jack, Chennel etc.) ব্যবহার করে Bearing এর উপর বসাতে হবে।
- কোন অবস্থাতেই Girder কে শুধুমাত্র Lifting Jack এর উপর বসিয়ে ফেলে রাখা যাবে না।
- PC Girder Bearing এর উপর বসানোর পর যত দ্রুত সম্ভব Cross Girder Casting করতে হবে।
- Cross Girder Casting না হওয়া পর্যন্ত PC Girder এর উভয় পার্শ্বে যে কোন উপায়ে Lateral Support দিয়ে Girder কে Stable Condition এ রাখতে হবে।

৯। **Elastomeric Bearing এর Test** :

Bearing Pad এর গুণগতমান নিশ্চিত হওয়ার জন্য নিম্নলিখিত Test সমূহ সম্পন্ন করতে হবে ঃ

- Hardness Test (60 ± 5, duro)
- Compression Set (Max. 35%)
- Neoprene Content (Min. 60%)
- Ash Content (Max. 5%)
- Shear Modulus (0.8 to 1.10 MPa)
- Peel Strength

এলজিইডি'র আওতায় প্রিস্টেস্‌ড কনক্রিট ব্রীজের গার্ডারের কনক্রিট কাষ্টিং এর চেক লিষ্টঃ

১। কর্মসূচী/ প্রকল্পের নাম ঃ ____________________

২। ব্রিজের নাম ঃ ____________________; ব্রিজের দৈর্ঘ্যঃ __________

৩। গার্ডার নংঃ __________; চেইনেজ ঃ __________; উপজেলা ঃ __________; জেলা ঃ __________

প্রিস্ট্রেস্‌ড কনক্রিট কাস্টিং এর চেকলিষ্ট ঃ

কনক্রিট কাস্টিং এর পূর্বে নিম্নবর্ণিত চেক্‌লিষ্ট সমুহ পালন করতে হবে।

SL	Item Name	Issues on the Quality of Work Performed	Opinion
01	Scaffolding & Shuttering System	ক) Staging/Scaffolding/ Formwork System এর ড্রইং নির্দেশনা অনুযায়ী (সংযুক্ত-৩) Calculation সহ ঠিকাদার কর্তৃক প্রনয়ণ পূর্বক ডিজাইন ইউনিট/নির্বাহী প্রকৌশলী এর অনুমোদন নেয়া হয়েছে কিনা।	হ্যাঁ ☐ না ☐ • MS Pipe dia : • Spacing- Long dir: Short dir:
		খ) Staging/Scaffolding/Formwork System বাস্তবে অনুমোদিত ড্রইং মোতাবেক তৈরি করা হয়েছে কিনা?	হ্যাঁ ☐ না ☐
		গ) PC গার্ডারের Bottom Shutter এর লেভেল ও Alignment ড্রইং অনুযায়ী সঠিক আছে কিনা ?	হ্যাঁ ☐ না ☐
		ঘ) গার্ডারের Form work এর Shape, Size ও Thickness ডিজাইন মোতাবেক তৈরী করা হয়েছে কিনা ?	হ্যাঁ ☐ না ☐ • Thickness : BWG
		ঙ) গার্ডারের End Shuttering Drawing-এ প্রদত্ত Immergence Angle অনুযায়ী তৈরী হয়েছে কিনা ?	হ্যাঁ ☐ না ☐
02	Materials for Concrete	ক) কনক্রিটের জন্য পাথর ও বালির পরীক্ষা (Gradation, LA, FM) সমূহ করা হয়েছে এবং মান সঠিক আছে কিনা ?	হ্যাঁ ☐ না ☐
		খ) OPC সিমেন্টের গুনগত মান (Brand, Setting Time, Cube Strength) নিশ্চিত করা হয়েছে কিনা?	হ্যাঁ ☐ না ☐ • Brand : • Type :
		গ) Mix Design/Trial Mix করে কনক্রিটের প্রয়োজনীয় Target Strength (1.33 x Specified strength) এর জন্য সিমেন্ট, বালি ও পাথরের অনুপাত ঠিক করা হয়েছে কিনা ?	হ্যাঁ ☐ না ☐ • Mix. Ratio :
		ঘ) কনক্রিটের জন্য W/C ratio এবং admixture এর type ও পরিমান নিশ্চিত করা হয়েছে কিনা ?	হ্যাঁ ☐ না ☐ • W/C Ratio : • Admixture Type : • Brand : • Dodge :

SL	Item Name	Issues on the Quality of Work Performed	Opinion
		ঙ) Concrete Casting এর জন্য ব্যবহৃত পানির গুণগত মান (Drinkable Water) নিশ্চিত করা হয়েছে কিনা ?	হ্যাঁ ☐ না ☐
03	Pre-stressing Material [সকল টেষ্ট অনুমোদিত সংস্থা হতে সম্পাদন করতে হবে। টেষ্ট রিপোর্ট সাইটে সংরক্ষণ করতে হবে।]	ক) Pre-stressing Steel এর টেষ্ট সমূহের (সংযুক্তি-১) রিপোর্ট সন্তোষ জনক কিনা ?	হ্যাঁ ☐ না ☐
		খ) Pre-stressing Steel এর Manufacturer কর্তৃক সন্তোষ জনক Test Report আছে কিনা ?	হ্যাঁ ☐ না ☐
		গ) Anchorage System এর Brand Freyssinate ও টেষ্ট (সংযুক্তি-১) রিপোর্ট সন্তোষ জনক কিনা ?	হ্যাঁ ☐ না ☐
		ঘ) Anchorage এর Manufacturer Test Report জমা দেয়া হয়েছে কিনা ?	হ্যাঁ ☐ না ☐
		ঙ) Sheathing Duct এর Size, Thickness ডিজাইন অনুযায়ী সঠিক আছে কিনা ?	হ্যাঁ ☐ না ☐ • Size (dia) :
04	Cable Profiling	ক) Cable Profile (Vertical এবং Horizontal Ordinate) ড্রইং মোতাবেক বসানো হয়েছে কিনা ?	হ্যাঁ ☐ না ☐
		খ) Sheathing Duct Tack Welding করে ১.০মিঃ অন্তর শক্তভাবে বাধা হয়েছে কিনা ?	হ্যাঁ ☐ না ☐
		গ) Sheathing Duct এর Joint গুলো Socket (সংযুক্তি-১) এর মাধ্যমে সম্পন্ন করা হয়েছে কিনা ?	হ্যাঁ ☐ না ☐
05	Others	ক) Anchorage ড্রইং মোতাবেক (Imargence Angle) বসানো হয়েছে কিনা ?	হ্যাঁ ☐ না ☐
		খ) Stirrups এর Size ও Spacing ড্রইং মোতাবেক বসানো হয়েছে কিনা ?	হ্যাঁ ☐ না ☐
		গ) কনক্রিটিং এর Equipment (Mixture Machine, Form vibrator, generator) এর সংখ্যা ও মান সঠিক আছে কিনা ?	হ্যাঁ ☐ না ☐ • Mixture Machine(Nos.) : • Form Vibrator(Nos.) :

বিঃ দ্রঃ উল্লেখিত চেক লিষ্ট সমূহ সন্তোষজনকভাবে নিশ্চিত হওয়ার পরই গার্ডারের Concrete Casting সংযুক্তি-১ এর নির্দেশনা অনুযায়ী সম্পন্ন করা যেতে পারে। প্রতিটি PC Girder এর Casting এর পূর্বে উপরোক্ত Check List অবশ্যই সন্তোষজনকভাবে পূরণ করে সংরক্ষণ করতে হবে।

এলজিইডি'র আওতায় প্রিস্টেস্‌ড কনক্রিট ব্রীজের গার্ডারের Tensioning Operation এর চেক লিষ্টঃ

১। কর্মসূচী/ প্রকল্পের নাম ঃ ______________________________
২। ব্রিজের নাম ঃ ______________________; ব্রিজের দৈর্ঘ্যঃ __________
৩। গার্ডার নংঃ ________; চেইনেজ ঃ ________; উপজেলা ঃ __________ ; জেলা ঃ __________

Pre-stressing Steel Tensioning এর পূর্বে নিম্নবর্ণিত চেকলিষ্ট সমূহ পালন করতে হবে ।

SL	Item Name	Issues on the Quality of Work Performed	Opinion
01	Basic Check	ক) Tensioning এর জন্য গার্ডারের দুই প্রান্তে নিরাপত্তামূলক ব্যাবস্থা রাখা আছে কিনা ?	হ্যাঁ ☐ না ☐
		খ) গার্ডারের Surface এ কোন Crack অথবা Honey Comb আছে কিনা ?	হ্যাঁ ☐ না ☐
		গ) Cable এর Steel সমূহ Freely move করে কিনা ?	হ্যাঁ ☐ না ☐
		ঘ) Scaffolding এর কোন Pipe দেবে গিয়েছে কিনা ?	হ্যাঁ ☐ না ☐
02	Test Results	ক) Girder এর Cylinder কনক্রিট Strength ডিজাইন মোতাবেক সন্তোষজনক আছে কিনা ?	হ্যাঁ ☐ না ☐
		খ) Pre-stressing Steel এর Test Result সমূহ সাইটে আছে কিনা ?	হ্যাঁ ☐ না ☐
		গ) ডিজাইনের নির্দেশনা অনুযায়ী Tensioning এর জন্য Girder Concrete এর Age পূর্ণ হয়েছে কিনা ?	হ্যাঁ ☐ না ☐
03	Equipments Check [সকল টেষ্ট অনুমোদিত সংস্থা হতে সম্পাদন করতে হবে । টেষ্ট রিপোর্ট সাইটে সংরক্ষণ করতে হবে ।]	ক) Hydraulic Tensioning Jack এর Updated Calibration/Efficiency Test করা আছে কিনা ?	হ্যাঁ ☐ না ☐
		খ) Pressure gauge এর Updated/Calibration Test করা আছে কিনা ?	হ্যাঁ ☐ না ☐
		গ) Jack ও Pump এর Calibration Capacity Test সঠিক আছে কিনা ?	হ্যাঁ ☐ না ☐
		ঘ) Hydraulic Jack এর Manufacturer's Brochure/ Catalog Supply দেয়া হয়েছে কিনা ?	হ্যাঁ ☐ না ☐
		ঙ) Tensioning format (সংযুক্ত), graph paper, tape, Cell Phone, Intercom, Stationary ইত্যাদি আাছে কিনা ?	হ্যাঁ ☐ না ☐
		চ) প্রয়োজনীয় ক্ষমতা সম্পন্ন Generator Site এ সঠিক অবস্থায় আছে কিনা ?	হ্যাঁ ☐ না ☐
04	Design Information	ক) Cable এর Jacking force ড্রইং এ দেয়া আছে কিনা ?	হ্যাঁ ☐ না ☐
		খ) প্রত্যেক Cable এর জন্য Elongation ড্রইং এ দেয়া আছে কিনা ?	হ্যাঁ ☐ না ☐

SL	Item Name	Issues on the Quality of Work Performed	Opinion
	Design Information	গ) Cable সমূহের Elongation এর জন্য Influence Length ড্রইং বলা হয়েছে কিনা ?	হ্যাঁ ☐ না ☐
		ঘ) Pre-stressing Steel এর Design modules of Elasticity (E), X-Section Area (A) ড্রইং এ দেয়া আছে কিনা ?	হ্যাঁ ☐ না ☐
		ঙ) Drawing এ Design grip length দেয়া আছে কিনা ?	হ্যাঁ ☐ না ☐
		চ) ড্রইং এ Cable সমূহের Tensioning Schedule এবং Sequence দেয়া আছে কিনা ?	হ্যাঁ ☐ না ☐
		ছ) ব্রীজের পূর্ণাঙ্গ ড্রইং সাইটে আছে কিনা ?	হ্যাঁ ☐ না ☐
		জ) Tensioning এর পর Cable সমূহের অতিরিক্ত অংশ কাটার জন্য Electric Grinder সাইটে আছে কিনা ?	হ্যাঁ ☐ না ☐
		ঝ) Grouting শুরুর পূর্বে Cable এর Duct Pipe পরিস্কার করার জন্য Air Compressure আছে কিনা ?	হ্যাঁ ☐ না ☐
		ঞ) Grouting করার জন্য Non shrinkage admixture সাইটে আছে কিনা ?	হ্যাঁ ☐ না ☐ • Brand :
		ট) Grouting করার জন্য Electric Operated Grout Pump আছে কিনা ?	হ্যাঁ ☐ না ☐
		ঠ) PC Girder এর Scaffolding design, Cable Laying, Concreting, Tensioning, Grouting ও Erection এর জন্য ঠিকাদারের প্রশিক্ষণপ্রাপ্ত দক্ষ জনবল আছে কিনা ?	হ্যাঁ ☐ না ☐

বিঃ দ্রঃ উল্লেখিত চেক লিষ্টের আইটেম সমূহ সন্তোষজনকভাবে নিশ্চিত না হওয়া পর্যন্ত Girder এর Cable সমূহ Tensioning করা যাবে না। প্রতিটি PC Girder এর Tensioning এর পূর্বে উপরোক্ত Check List অবশ্যই সন্তোষজনকভাবে পূরণ করে সংরক্ষণ করতে হবে।

POST-TENSIONING FORMAT FOR PSCGIRDER

(Applicable for Tensioning from Both Ends Simultaneously)

General Information:

Name & location of Bridge:			District:	Upazila :
Span /Girder Ref.:	Girder Length (m):	Cable Ref. to be Stressed : ------ of --------		
Girder Casting Date:	Stressing Stage of Cable:	Jacking End Ref:	End 1 :	
Date of Tensioning :			End 2 :	

Design Information:

Dia of Strand (mm)	Nos. of Strand/Cable	Anchorage Brand	UTS of Strand (N/mm^2):	M of Elasticity ,E (kn/mm^2):
Area of Strand A (mm^2):	Area of Cable(mm^2) :	Design Jacking force P: Kn/ kg		
Design Elongation each end (mm):	Design Gripping Length (mm):	Actual Gripping length (mm):	Corrected Elong. for Grip length δ (mm):	
Design Cable Slip (mm):	Design Conc. strength during Tensioning (N/mm^2) :	Actual Concrete strength at the time of Tensioning (N/mm^2) :		

Stressing & Jack Information:

Jack Model No. & effi. J1 : J2 :	Pressure gauge Model: M1: M2:	Tensioning Ram Area (cm^2) TA1: TA2:		Blocking RAM Area (cm^2) BA1: BA2:	
Actual area of Strand, A_1 (mm^2):	Modulus of Elasticity, E1 (Kn/mm^2):	Corrected Elongation (mm) for actual A1&E1 δ x (AxE/A1xE1):			
Jack Pres. with Jack loss (BAR) J1 : P/(TA1x efficiency): J2 : P/(TA2x efficiency):	Calibrated Jack Press. (BAR) : CJ1 : CJ2 :	Initial Jack Press. (BAR) : ICJ1 : ICJ2 :		Initial Marking: IRJ1 : IRJ2 :	
Actual calculated elongation for Grip length, δ 1 (mm) :	Gross slip of cable (mm) : (Final Elong. – Net Elong.)		Net Slip at Jack end after lock-off (mm): (Gross slip - Calcul. elong δ 1 for grip length)		
Blocking Pressure (Kg/cm2): E1 : E2 :	At end 1:	At end 2:	At end 1:	At end 2:	

(1 BAR=100 kn/m2, 1Ib=4.4482 N & 1 kg=2.2046 Ib)

Record of Stressing & Elongation:

Actual/Applied . Pressure (BAR)		Calibrated Gauge Pressure (BAR)		Reading for Elongation (mm)		Measured Elongation At both Jacking end (mm)			Correc. Factor for ICJ	Final/Total Elongation (mm)		Average Elongation at each end	Remarks (Average Slip at each end)
Col (1)		Col (2)		Col 3)		Col (4)= (Col. 3 - IRJ)			Col (5)	Col(6)= (4 + 5)			
1	2	1	2	1	2	1	2	Avg.		1	2		
Lock -Off													

Remarks (if any) :

Client's Representative | Consultant's Representative | Contractor's Representative

- Due to Jacking loss include extra force to the design Jacking force during the application of jacking force as per Jack efficiency.
- Before starting of stressing operation ensure that all pre-stressing equipment are in order and concrete has attained required strength.

সংযুক্তি- ৪৮

POST-TENSIONING FORMAT FOR PSC-GIRDER
(For Single End Tensioning)

General Information:

Name & Location of Structure:			
Span Reference:	Girder Reference:	Girder Length (m):	
Girder Casting Date:	Due Date of Stressing:	Cable ref. to be Stressed : ----------- of ------	
Actual Tensioning Date:	Stressing stage:	Jacking end ref:	Dead end ref:

Design Information:

Dia of Strand (mm):	Nos. of Strand/Cable:	Anchorage Brand:	UTS of Strand (Mpa):	M of Elasticity, E (kn/mm2):

Area of Strand A (mm^2):	Area of Cable (mm^2):	Des. Jack. force (kn): / kg

Design Elongation (mm):	Design Gripp length (mm):	Actual Gripp length (mm):	Corrected Elong for grip length, δ (mm):

Design Average Slip (mm):	Design Concrete strength at the time of Stressing (N/mm^2):	Actual Concrete strength at the time of Tensioning (N/mm^2):

Stressing & Jack Information:

Jack Model No & effecie.	Pressure gauge Model :	Tensioning RAM Area TA(cm2) :	Blocking RAM Area BA(cm^2) :

Actual area of Strand, A_1(mm^2):	Modulus of Elasticity, E_1 (Kn/mm^2):	Corrected Elongation for actual AE (mm) δx (AxE/A1xE1):

Design Jack Pressure with Jack loss (BAR):	Calibrated Jack Pressure (BAR):	Initial Jacking Pressure:	Initial Reading for Marking at Jack end: Dead end:

Extra elongation for grip length δ1 (mm):	Applied Blocking Pressure (BAR):
Gross Slip of Cable at Jack End : (Final elong.- C.Elong. Remain):	Net Slip of Cable at Jack end (mm) : (Gross slip- extra elong. δ1):

Record of Stressing & Elongation:

Actual Gauge Pressure (BAR)	Observed /Gauge Reading (BAR)	Reading for Elonga. (mm)	Reading at Dead end (mm)	Elongation measured at Jacking end (mm)	Pull-in measured at Dead end (mm)	Net Elongation at Jack end (mm)	Elongation correction for Initial force (mm)	Final Elongation at Jack end in (mm)	Remarks (Net Slip)
Col (1)	Col (2)	Col (3)	Col (4)	Col (5)	Col (6)	Col (7)=5-6	Col (8)	Col (9)= (7+8)	
Lock-Off									

Remarks (if any) :

Clint's Representative — Consultant's Representative — Contractor's Representative

- Elongation correction col.(8) for initial force to marking and removing initial cable slack shall be computed by linear interpolation.
- Before starting of stressing operation ensure that all pre-stressing equipment are in order and concrete has attained required strength.

.