

Enhancement of precast products by using Eurocodes for concrete structures

Verbesserung von Fertigteilernzeugnissen unter Anwendung der Eurocodes für Betonbauwerke

Autoren



Prof. Eng. Giuseppe Mancini (1947); degree at Politecnico di Torino 1972; Full Professor at 1st Engineering Faculty of Politecnico di Torino of Structural Engineering, Bridges Design and Theory; Chairman of the infrastructures and design Master of Politecnico di Torino; Professor at the Master of University of Roma 3; Honorary President of FIB (Federation International du Beton); Chairman of Project Team for Eurocode EN1992-2 Concrete Bridges; Chairman of SC2 Commission – Concrete Structures – TC250 of European Community period 2005–2008; Chairman of CIS-UNI n° SC9 Commission – Bridges Design; Proud Member of ASCE (American Society for Civil Engineering); Member of ACI (American Concrete Institute); Member of IABSE (International Association for Bridges and Structural Engineering); Design leader of more than 150 railways and road bridges.

giuseppe.mancini@sintecna.com

Almost certainly, the finally published Eurocodes EN 1992-1-1, EN 1992-1-2, EN 1992-2 and EN 1992-3 on concrete structures will establish a new era in terms of offering more freedom to precast producers when it comes to conceiving more and more enhanced structures.

One of the main innovations in the current standards version is the large increase in concrete classes that are now permitted for structural use. In the past, they were limited to 50 MPa but have now been extended to 90 MPa. In my opinion, such an innovation will inevitably lead to a revolution in precast products, together with the availability of a complete set of parameters that can be used to describe such a wide range of concrete classes. In fact, the precast industry is geared towards achieving materials savings and reducing weight, and thus the cost of transport and assembly. Following this route, the sustainability of precast products will also be increased, resulting in tangible benefits for the environment.

Another important tool to improve the properties of precast products is the possibility to significantly reduce safety factors by adopting certified quality procedures in production, which, in particular, relate to:

- » reducing the deviations in cross section dimensions by means of quality control;
- » using reduced or customized geometrical data in the design;
- » assessing concrete strength directly on finished structures.

All these procedures are particularly suitable for use at the precast factory, and very often form an integral part of the existing quality management plan already today.

A further recognition of precast production quality can be seen in the concrete cover reduction to 0 to 10 mm. This is permissible, if the cover value is subject to very accurate measurements, and if non-conforming members are rejected, which is generally only possible in precast production.

The above considerations make clear that the improvement in structural classes and the recognition of the high quality control level during manufacturing will, together, provide a new impetus with regard to the upgrading of current production systems and the design of new structural precast shapes. In addition to the general improvements mentioned above, several other specific design models are included in the Eurocodes on concrete structures that can significantly influence the precast industry.

First of all, I would like to refer to the issue of connections established between precast elements by means of cast-in-situ joints and/or the integration of precast elements with cast-in-situ concrete (Fig. 1). The goal to be achieved in such cases is a monolithic behavior of the structure consisting of various concretes of different ages. In this case, a specific design recommendation becomes necessary to evaluate the performance of the connection. EN 1992-1-1 proposes a new model to design interlocked construction joints (Fig. 2) that can be used to describe

Mit der nunmehr erfolgten Veröffentlichung der Eurocodes EN 1992-1-1, EN 1992-1-2, EN 1992-2 und EN 1992-3 für Betonbauwerke beginnt zweifellos eine neue Ära, in der den Fertigteilherstellern eine größere Freiheit in der Planung und Konstruktion von immer ausgereifteren Bauwerken eingeräumt wird.

Eine der wichtigsten Innovationen in der aktuellen Fassung der Normen ist die wesentliche Erhöhung der Zahl der Betonklassen, die nunmehr für tragende Konstruktionen zugelassen sind. Zuvor galt hier eine Obergrenze von 50 MPa, die in der Neufassung auf 90 MPa heraufgesetzt wurde. Nach meiner Auffassung wird diese Neuerung im Zusammenspiel mit der Verfügbarkeit einer vollständigen Reihe von Parametern zur Beschreibung einer solch großen Zahl von Betonklassen zu revolutionären Veränderungen bei Fertigteilernzeugnissen führen. Tatsächlich ist die Fertigteilindustrie darauf ausgerichtet, Materialeinsparungen und Gewichtsreduzierungen zu erzielen und so auch die Transport- und Montagekosten zu senken. Auf diese Weise kommt es auch zu einer Steigerung der Nachhaltigkeit von Fertigteilernzeugnissen, die zu deutlichen Vorteilen für unsere Umwelt führt.

Ein weiteres wichtiges Mittel zur Verbesserung der Eigenschaften von Betonfertigteilernzeugnissen ist die Möglichkeit einer deutlichen Verringerung der Sicherheitsfaktoren durch die Einführung zertifizierter Verfahren der Qualitätskontrolle in der Fertigung und hier insbesondere durch:

- » Reduzierung der Abweichungen der Querschnittsmaße durch Qualitätskontrollmaßnahmen,
- » Einsatz reduzierter oder maßgeschneiderter geometrischer Daten bei der Konstruktion,
- » Beurteilung der Betontragfähigkeit unmittelbar an fertig gestellten Bauwerken.

Alle genannten Maßnahmen sind besonders geeignet für die Anwendung im Fertigteilwerk. Sie sind bereits heute vielfach Teil des bestehenden Planes zum Qualitätsmanagement.

Eine weitere Würdigung der Qualität der Fertigteilherstellung kann in der Reduzierung der Betondeckung von 0 bis 10 mm gesehen werden. Diese Reduzierung ist dann zulässig, wenn der Betondeckungswert in sehr genauen Messungen ermittelt und davon abweichende Bauteile ausgesondert werden, was praktisch nur bei Fertigteilen möglich ist.

Die obigen Betrachtungen verdeutlichen, dass die Verbesserung hinsichtlich der Tragfähigkeitsklassen und die Anerkennung des hohen Niveaus der Qualitätskontrolle während der Herstellung gemeinsam zu einem neuen Impuls bei der Modernisierung der gegenwärtigen Produktion und beim Entwurf neuer Formen tragender Fertigteile führen werden. Neben den zuvor genannten Verbesserungen allgemeiner Art enthalten die Eurocodes für Betonbauwerke weitere, konkrete Bemessungsmodelle, die einen bedeutenden Einfluss auf die Fertigteilindustrie haben können.



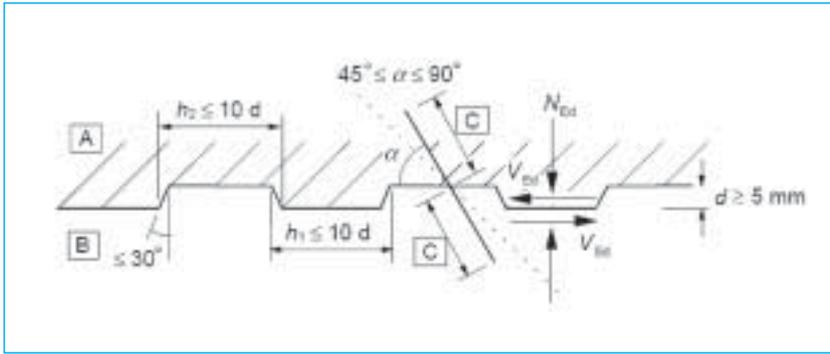


Fig. 1 Examples of interfaces.

Abb. 1 Beispiele für Schnittstellen.

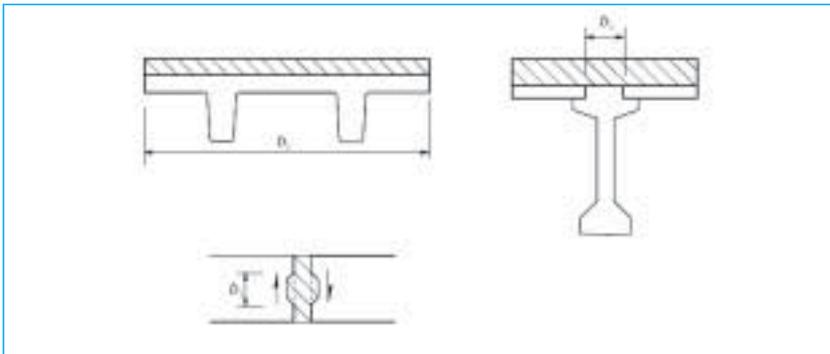


Fig. 2 Interlocked construction joint.

Abb. 2 Verzahnte Arbeitsfuge.

the shear-resisting mechanism at the interface between concretes cast at different times, which is very helpful for this type of connection.

Such a model can be applied in the presence of different surface characteristics (very smooth, smooth, rough and indented). It takes into account the possible presence of a pressure acting orthogonally to the surface, and allows for the verification of concrete and for the design of the necessary reinforcement crossing the joint.

Apart from its conventional application to design currently used joints (as shown in Fig. 1), the interlocked construction joint model will promote, in my opinion, the integration of specific precast elements in cast-in-situ structures.

The construction of prestressing ducts in box girder bridges – both built with cast-in-situ and matching precast segments with cast joints, is a typical case where a very high level of tangential stress on the joint is reached. It is well-known that the prestressing force needs to be transmitted to the full section through the ducts. These elements are thus very likely to require a very dense pattern of reinforcement. In addition, the tendons to be anchored and the neighboring tendons are subjected to significant deflection within the connection between the duct and the wall of the box section. Moreover, the ducts have curvature radii that generally vary from segment to segment, and are thus likely to interfere with the ordinary reinforcement crossing the joint.

Such simultaneous presence of a very high reinforcement density and of tendon ducts is very difficult to manage on an open-air site. By contrast, this situation may be easily controlled in a precast factory environment where

Zunächst möchte ich hier das Problem der Verbindung zwischen einzelnen Fertigteilen durch Vergussfugen und/oder die Einbettung von Fertigteilen in Ort-beton ansprechen (Abb. 1). Das hier zu erreichende Ziel besteht in einem monolithischen Charakter des Bauwerks, das aus unterschiedlichen Betonen verschiedenen Alters besteht. Daher ist in diesem Fall zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit der Verbindung eine konkrete Bemessungsempfehlung erforderlich. In der EN 1992-1-1 wird ein neues Modell zur Bemessung verzahnter Arbeitsfugen vorgestellt (Abb. 2), das zur Beschreibung des Mechanismus des Schubwiderstandes an der Schnittstelle von Betonen geeignet ist, die zu unterschiedlichen Zeitpunkten eingebracht wurden. Dieses Modell ist sehr hilfreich für diese Verbindungsart.

Ein solches Modell kann bei Vorliegen von unterschiedlichen Oberflächenmerkmalen angewandt werden (sehr glatt, glatt, rau und verzahnt). Es berücksichtigt das mögliche Vorhandensein eines Drucks, der rechtwinklig auf die Oberfläche einwirkt, und ermöglicht den Nachweis des Betons und die Bemessung der erforderlichen Bewehrung quer zur Fuge.

Abgesehen von der klassischen Anwendung des Modells zur Bemessung gegenwärtig verwendeter Fugen (siehe Abb. 1) wird das Modell für verzahnte Arbeitsfugen nach meiner Auffassung die Einbettung bestimmter Fertigteile in Ortbetonkonstruktionen fördern.

Der Einbau von Spannkanälen in Hohlkastenträgerbrücken, sowohl bei der Herstellung der Segmente in Ort-beton als auch bei Fertigteilsegmenten mit Anschlussfugen, ist ein typisches Beispiel für eine sehr hohe Tangentialbeanspruchung der Fuge. Es ist allgemein be-





Fig. 3 Prestressing duct inside the box girder deck.

Abb. 3 Spannkanal im Hohlkastenträger eines Überbaus.



Fig. 4 Reinforcement alongside the duct.

Abb. 4 Bewehrung entlang des Spannkanals.

the strict design requirements can be met by an appropriate quality control system.

The prefabrication of prestressing ducts and their connection to cast-in-situ concrete has been recently used in the construction of two important bridges in Italy. Both bridges are characterized by a composite box section deck (slabs made of concrete and webs made of steel), prestressed with both external and internal tendons (Fig. 3 and 4). The choice of these ducts largely facilitated work execution and led to both improved quality and a reduction in construction time on site.

Finally, section 10 of EN 1992-1-1 contains specific rules for precast concrete elements and structures. Some of these models are useful to improve and optimize the design of precast structures. The following models are some examples:



kannt, dass die Vorspannkraft über die Spannkanäle auf den vollen Querschnitt übertragen werden muss. Für diese Bauteile ist daher von einer sehr hohen Bewehrungsdichte auszugehen. Darüber hinaus sind die zu verankernden und die benachbarten Spannglieder innerhalb der Verbindung einer bedeutenden Auslenkung zwischen dem Spannkanal und der Wand des Kastenabschnitts unterworfen. Auch weisen die Spanngliederkanäle von Segment zu Segment in der Regel unterschiedliche Krümmungsradien auf und wirken sich in diesem Fall höchstwahrscheinlich störend auf die konventionelle, quer zur Fuge verlaufende Bewehrung aus.

Eine solch hohe Bewehrungsdichte bei gleichzeitig eingebauten Spanngliederkanälen ist vor Ort auf der Baustelle nur sehr schwer zu steuern, kann jedoch andererseits im Fertigteilwerk auf einfache Weise überwacht werden, da dort durch die Qualitätskontrolle die Einhaltung der strengen Konstruktionsvorgaben gewährleistet werden kann.

Die Vorfertigung von Spannkanälen und ihre Verbindung mit Ortbeton wurden kürzlich beim Bau von zwei großen Brücken in Italien angewandt. Beide Brücken bestehen aus einem Verbund-Kastenprofil (Platten aus Beton und Stege aus Stahl), das mit außen- und innenliegenden Spanngliedern vorgespannt wurde (Abb. 3 und 4). Die Auswahl dieser Spannkanäle vereinfachte die Bauausführung erheblich, was sowohl zu einer Qualitätsverbesserung als auch zu einer Verkürzung der Errichtungszeit führte.

Schließlich enthält Abschnitt 10 der EN 1992-1-1 spezifische Regeln für Betonfertigteile und -bauwerke. Einige der hier enthaltenen Modelle sind hilfreich bei der Verbesserung und Optimierung der Bemessung von Fertigteilbauten. Beispielhaft können folgende Punkte hervorgehoben werden:

- » der Einfluss der Wärmebehandlung auf die Beurteilung der tatsächlichen Betontragfähigkeit bei einem Alter von unter 28 Tagen,
- » die Möglichkeit der Verwendung der tatsächlichen Reifefunktion für die Beurteilung von Kriechverformungen bei wärmebehandelten Bauteilen,
- » die Möglichkeit der Vernachlässigung der Beanspruchung durch autogenes Schwinden bei wärmebehandelten Bauteilen und ebenso die Möglichkeit der Vernachlässigung der Beanspruchung durch Schwinden während der Nachbehandlung.

Alle genannten Modelle sind wichtig zur Ermittlung der Wirkung der Wärmebehandlung in einem Bereich, in dem bei der Bemessung in der Regel bisher von den Herstellern selbst entwickelte Lösungen angewandt wurden.

Zusammenfassend wird selbst auf Grundlage einer solch kurzen Liste von detaillierten Regeln deutlich, dass die Anwendung der Eurocodes für Betonbauwerke die Erzeugnisse der Fertigteilindustrie sowohl qualitativ als auch im Hinblick auf ihre Wirtschaftlichkeit verbessern wird, was den Grundgedanken des nachhaltigen Bauens unterstützt.

Giuseppe Mancini; Torino/Italy

Betonqualität – Lösungen mit Beton

- » the influence of heat (steam) curing on the evaluation of actual concrete strength at an age of less than 28 days,
- » the option to use the actual maturity function to evaluate creep deformations occurring at heat-cured elements,
- » the possibility to disregard the autogenous shrinkage strain in heat-cured precast elements and to also neglect the shrinkage strain during curing.

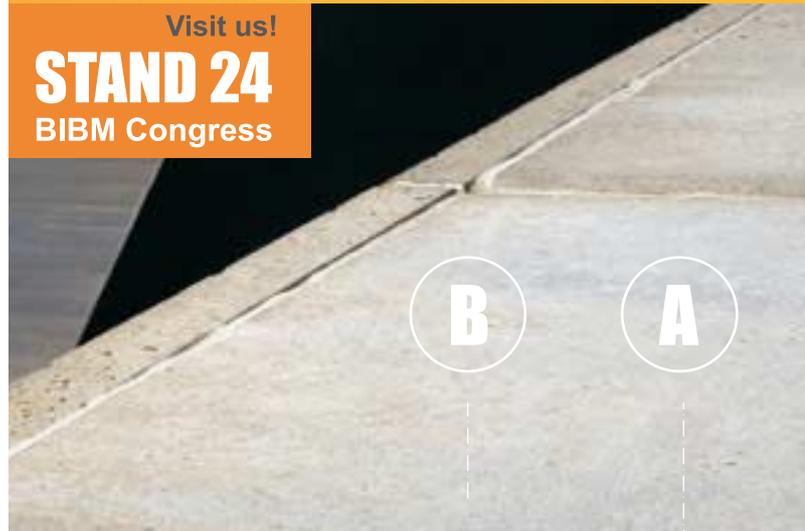
All these models are important to determine the effect of heat curing in an area in which home-made solutions have been generally used in the design.

In conclusion, even on the basis of such a short list of detailed specific rules, it becomes clear that the use of Eurocodes for concrete structures will improve the products manufactured by the precast industry both in terms of their quality and their cost efficiency, supporting the notion of sustainable construction.

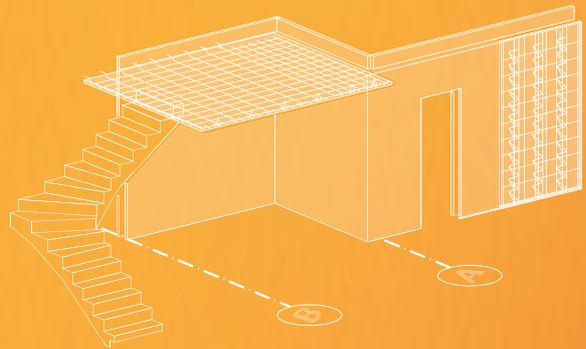
Giuseppe Mancini; Torino/Italy

Visit us!

STAND 24
BIBM Congress



CAD - Software for precast concrete units



+ + +

AcadWand

Solid walls Double walls Insulating walls
Sandwich walls NEW Prefabricated facades

AcadDecke

Solid slabs Filigran slabs Hollow core slabs

AcadTreppe

Straight stairs Winding stairs

→ Columns + Beams

Autodesk®

Authorized Developer

Based on AutoCAD

IDAT GmbH

Dieburger Straße 80

64287 Darmstadt | Germany

Fon +49 [0]6151 7903-0

Fax +49 [0]6151 7903-55

www.idat.de

+ +