Discurso de Henri Mathieu en la 29ª Asamblea General del CEB

El discurso de H. Mathieu ha sido publicado en inglés en **CEB -News n° 102** de mayo de 1994. La importancia de las ideas vertidas por H. Mathieu sobre las normas de hormigón armado y su reflejo en los proyectos y obras con estructuras de esta clase, ha aconsejado publicar en la **RE** el original en inglés y la traducción al español por la Profesora CRISTINA SANZ LARREA

1. INTRODUCCION

El Comité Euro-International du Béton, CEB, fundado en 1953 por ilustres personalidades europeas relacionadas con el hormigón armado, entre ellas el español Prof. Eduardo Torroja, y del que la Universidad de Navarra es miembro colectivo desde 1968, representada por el Prof. J.A. Lahuerta, celebró su 29ª Asamblea general en Les Diablerets (Suiza), septiembre de 1993.

En esta Asamblea General, el Ingeniero General honorario francés, Ml. Henri Mathieu, fue elegido Miembro Honorario Vitalicio del CEB, en reconocimiento a su significativa contribución personal al trabajo del comité durante 22 años y a sus servicios como Vicepresidente del CEB durante más de un decenio .

Tras su elección como Miembro Honorario Vitalicio por la Asamblea General, Henri Mathieu agradeció al Presidente Sr. Rowe y a la Asamblea General esta distinción, y extendió su agradecimiento a todos los miembros del CEB, con los que ha estado trabajando durante 21 años, exponiendo brevemente varias ideas básicas basadas en la experiencia adquirida en sus 45 años de actividad profesional.

2. TEXTO EN ESPAÑOL

El conocimiento técnico que se sintetice (en CEB) debe provenir de la investigación de laboratorio, pero también de la experiencia práctica. Esta última nos demuestra que el comportamiento estructural en la realidad es variado, y en muchos casos, complejo. Tenemos que admitirlo con humildad, aunque cualquier teoría o modelo parece tanto más hermoso cuanto más se considera que tiene validez general. Sólo el **comportamiento** de elementos que trabajan en condiciones reales formando parte de una construcción real puede ser considerado como cierto; las **pruebas** y **ensayos** en condiciones ideales en el laboratorio son necesarias pero no suficientes. Las matemáticas, por lo tanto, no pueden ser mas que una herramienta. **Teorías** y **modelos** son inevitablemente simplificaciones que toman en consideración sólo algunos aspectos de la realidad física y no debieran en ningún caso ser considerados como dogmas. Su utilización es obviamente necesaria, pero al hacerlo, debemos de tener siempre en mente que su validez es limitada, y, dependiendo de cada caso, de muy irregular precisión, por lo que en algunos casos puede que otros enfoques sean más indicados.

Esto es aplicable, por ejemplo, a cualquier **coeficiente de seguridad**, especialmente si los coefi-

cientes se mantienen constantes o ligeramente variables. Ningún valor para esos coeficientes puede ser considerado como cierto, sino tan sólo como aceptable dentro de unos límites.

Del mismo modo, si se utiliza la **estadística**, la validez de los resultados está limitada por las incertidumbres estadísticas, y también por la población estadística representada en la muestra. Por consiguiente, un correcto enfoque necesita identificar esta población estadística, y si fuera relevante, distinguir entre varias. Ya que los valores extremos difieren generalmente más o menos de los valores normales abarcados por las muestras, cualquier extrapolación significativa de la distribución estadística debe de considerarse como dudosa.

Cualquier **idealización del comportamiento estructural** tiene también una validez limitada. Así, la existencia de una **teoría de plasticidad** y una **teoría de estados límites últimos (ELU)**, motivó que al final de los años 50 se realizaran puentes con vigas continuas cantilever pretensadas, y muchos de los construidos en esa época fueron más tarde objeto de numerosos fallos. Ello fue debido al hecho de que los **límites de validez** de ambas teorías, (plasticidad y ELU), se rebasaron por las razones siguientes:
- Una estructura de hormigón es sólo imperfectamente "plástica", y para ese tipo de puentes la relación de los momentos de inercia en el centro del vano y en los soportes permitía que se produjera tan sólo una leve redistribución.
- Las deformaciones impuestas, especialmente las debidas a la fluencia y gradientes térmicos, llegan a ser de particular importancia.
- La distribución de tensiones en las vigas cajón incluyendo los fuertes anclajes, es muy diferente de lo que sería en vigas armadas de sección llena.
- Y finalmente, estos puentes, sometidos a cargas móviles y muy repetidas, generalmente colapsan al rebasarse repetidamente los límites de servicio y no a consecuencia de un caso extremo: no debe de olvidarse, en efecto, que la teoría del proyecto basada en ELU implícitamente admite que los estados límites últimos se producen cuando un caso extremo afecta a una estructura no dañada.

Del mismo modo, a partir de la discusión que hace 10 años mantuvimos el Dr. Thielen y yo con los representantes del CICIND, resultó que la mayoría de los modelos definidos por ELU en el Código Modelo CEB-FIP 1978 no eran válidos para chimeneas industriales, y esto mismo sucede, obviamente, con los modelos dados en el Código Modelo CEB-FIP 1990.

Esta es la razón por la que decimos en Francia que *"La materia es buena chica, pero no hay que abusar, porque si no, se venga"*.

La **calidad de redacción**, finalmente, es también muy importante para la síntesis del conocimiento técnico. Todo el mundo sabe, al menos en principio, que el rigor científico es necesario, pero la necesidad de rigor en el modo en que se formulan las demostraciones y conclusiones debe de enfatizarse, sobre todo en el trabajo internacional. Por ello, me gustaría que los esfuerzos que se han hecho en ISO y en los Eurocódigos bajo la presidencia de Mr. Grattesat para establecer y emplear terminología precisa se recogieran en CEB: una terminología confusa puede verdaderamente sólo reflejar conceptos confusos y dar lugar a malentendidos.

Por poner un ejemplo típico, la frase *"dependiendo del tipo de estructura"* puede entenderse como dependiendo:
- del tipo de la construcción (edificios de oficinas, industriales, puentes, presas, ...)
- de la forma de la estructura (pórticos, arcos, losas, ...)
- del sistema estructural (losas contínuas, estructura reticular, ...)
- del tipo o material de construcción (madera, hormigón, ...)
- del método de construcción (prefabricado, cantilever, ...)

Y puede dificilmente, a menos que el contexto sea más explícito, ser mejor comprendido como significando *"dependiendo de algunos criterios que~ identificarán"*.

Asímismo, el **peso de la estructura** no debería de confundirse con el peso debido a elementos constructivos, ni con las acciones permanentes el; término **carga activa** no tiene un significado preciso (¿es una carga impuesta, o toda carga relevante, o acciones ?); **estático** debería de ser utilizado sólo como contrario a "dinámico", no a "repetido" (no son términos sinónimos, por ejemplo, una colisión es "dinámica" pero no "repetida").

La calidad de redacción no queda limitada al uso de terminología correcta. Requiere además claridad de **expresión del razonamiento**. Por ejemplo cuando se hace referencia a probabilidades, no se debe de expresar como que ello implica que sus valores tengan validez absoluta. (por ejemplo, el simple empleo de una frase del tipo *"se eligió un valor previsto X")*. Esto tendría como resultado el riesgo de olvidar que una probabilidad no es más que la constatación de una frecuencia (generalmente de una frecuencia condicionada), basada en un conjunto de informaciones e hipótesis (más o menos explícitas)y modificable con información adicional. Este tipo de malentendidos ha dado lugar a vanos intentos de optimizaciones económicas.

3. TEXTO ORIGINAL

The technical knowledge to be synthesized (in CEB) has to proceed from directed laboratory research, but also from practical experience. The latter teaches us that structural behaviour in reality is various and in many cases it is complex. We have to admit this with humbleness, although any theory or model looks the more beautiful the more it is considered to have general validity. Only what does work under real conditions in a real construction can be regarded as true; demonstrations under idealized laboratory conditions are necessary but not sufficient. Mathematics, all the more so, cannot be anything more than a tool. Theories and models are unavoidably simplifications which take into account some aspects only of the physical reality and should in no case be considered as dogmas. Using them is obviously necessary, but doing so, we must always bear in mind that they have limits of validity and, depending on the case, very unequal precisions, which may make, in some cases, other approaches better.

This applies, for example, to any partial factor reliability format, especially if the values of the factors are kept constant, or little varied. No values for such factors can be regarded as being true, but only as being acceptable within certain limits.

In the same manner, if statistics are used, the validity of the results is limited by the statistical uncertainties, and also by the statistical population represented by the sample. Therefore a correct approach needs to identify this statistical population and, if relevant, to distinguish several ones. The causes of extreme values being generally more or less different from those of common values covered by the samples, any significant extrapolation of a statistical distribution shall be considered as uncertain.

Any idealization of a structural behaviour has also a limited validity. Thus, because a theory of plasticity and a theory of Ultimate Limit States (ULS) did exist, the idea occurred during the late 50's to make continuous prestressed cantilevered bridges, and many of those that were built at that time were later subject to serious failures. This was due to the fact that the validity limits of both theories (plasticity and ULS) had been exceeded for a number of reasons:
- a concrete structure is only imperfectly 'plastic', and for such bridges the ratio of the inertia moments in middle spans and on supports allowed only slight moment redistributions to happen; imposed deformations, especially those due to creep and thermal gradients, become of particular importance;
- the stress distribution in box girders including strong anchorages is very different from what it can be in solid reinforced beams;
- and finally such bridges, being subjected to moving and highly repeated loads, generally fail by repeated ('low cycle') exceedance of serviceability limit states and not as a consequence of one extreme event; it should not be forgotten, indeed, that the theory of designing by referring to ULS implicitly admits that ULS would result from the occurrence of one extreme event affecting an undamaged structure.

In the same manner from the discussion which Dr. Thielen and myself had about 10 years ago with CICIND representatives, it appeared that most of the models given for ULS in the CEB-FIP Model Code 1978 were not valid for industrial chimneys, and this will obviously be the same for models given in the CEB-FIP Model Code 1990.

This is the reason why we say in France that 'la matière est bonne fille, mais il ne faut pas en abuser, si non elle se venge' ('materials are nice girls, but their kindness should not be misused, or else they may take their revenge').

Editorial quality, finally, is also important in the synthesis of technical knowledge. Everybody knows, at least in principle, that scientific rigour is needed, but the need of rigour in the way demonstrations and conclusions are formulated has still to be emphasized, especially for international work. Therefore I would wish that the efforts that have been made in ISO and Eurocodes under Mr. Grattesat's chairmanship, to establish and use unambiguous terminologies, be carried on in CEB: a blurred terminology can indeed only reflect blurred concepts and result in bad communication and misunderstandings.

To give a typical example, the wording 'depending on the type of structure' can be understood, as depending: subject to serious failures. This was due to the fact that the validity limits of both theories (plasticity and ULS) had been exceeded for a number of reasons:
- on the type of "construction works" (office building, industrial building ... bridge, dam ...)
- on the form of structure (frame, arch, suspended deck ...)
- on the structural system (continuous solid slab, truss ...)
- on the 'type' (or material) of construction (timber, composite ...)
- on the method of construction (prefabricated, cantilevered ...)

and can hardly, unless the context be more explicit, be better understood as meaning 'depending on some criterion to be identified'.

Also the 'weight of the structure' should not be confused with the weight of the construction works nor with the permanent actions; the term 'live load' has no precise meaning (is it 'imposed load', or all 'relevant loads', or 'actions'?), 'static' should be used only as the contrary of 'dynamic', not of 'repeated' (they are not equivalent; e.g. a collision is 'dynamic', but not 'repeated').

Editorial quality is not limited to the use of a correct terminology. It demands also a clear expression of the reasoning. For example, when reference is made to probabilities, this should not be expressed as implying (implicitly) their values as having an absolute significance (e. g. by a mere statement such as 'a target value of X was chosen'). This would result in a risk to forget that a probability is nothing more than the assessment of a frequency (generally of a conditional frequency), based on a (more or less implicit) set of information and hypotheses, and modifiable by additional information. Such a misunderstanding has given rise to tentative (and vain) exercises of economic optimization.