الخرسانة المسلحة

تجربة تحميل الكمرات الرئيسية

لسقف صالة الاجتماع الكبرى

ببناء عصبة الأمم الجديد بجنيف

يرتكز سقف صالة الاجتماع الكبرى ببناء عصبة الأمم الجديد على أربعة كمرات رئيسية بنيت على شكل اعتاب شبكية من الخرسانة المسلحة باطوال ٣٣٫٤٠ ، ٣١٫٩٠ مترا وارتفاع أربعة أمتار تتقاطع مع بعضها على بعد ٥٫٧٠ مترا من نقط الارتكاز .

والحمل الواقع على هذه الكمرات عال جداً ويتراوح بين ١٣٫٢٧ ، ١٩٫٢٧ طنا للمتر الطولى للكمرة . فاحتاج بذلك الى تسليح جبار حتم استعمال حديد عالى المقاومة ونظرة واحدة الى هذا التسليح تظهر ما لهذا البناء الفذ من أهمية خاصة (شكل ٢،١)

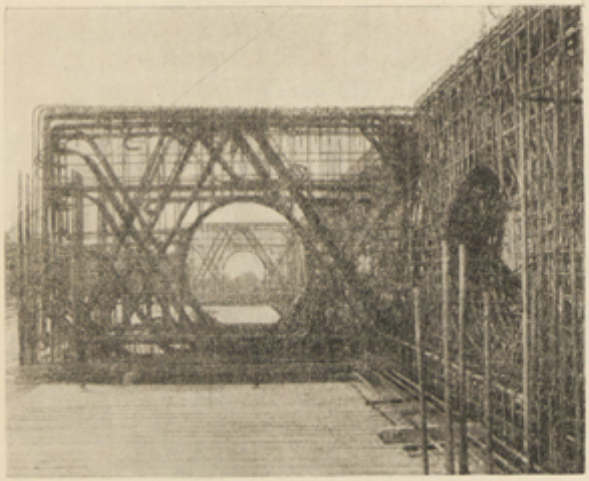
وشكل (٣) يبين تفاصيل التسليح . وقد استعمل فى تسليح رأس الكمرة السفلى ٤٨ سيخ قطر ٣٦ ملليمتر .

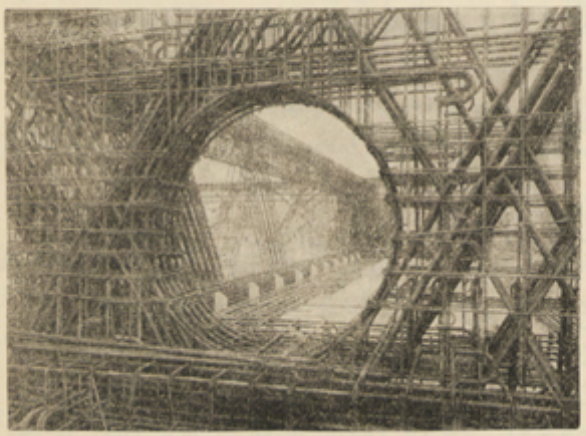
وشكل (٤) يبين برنامج الصب لأجزاء الكمرة المختلفة لتقليل فعل الانكماش فى الخرسانة الى الحد الأدنى .

تحسب هذه الكمرات عادة على فرض أن الأعضاء متصلة ببعضها بمفصلات أى بدون مراعاة ما لمواضع الارتباط من صلابة فتتعين القوة فى كل عضو بطريقة حسابية أو تخطيطية على فرض أنها تعمل على خط محوره .

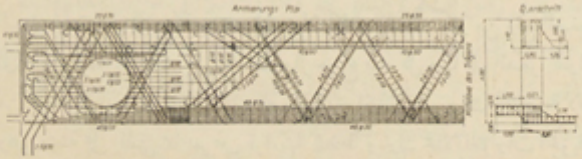
واجريت تجارب لاختبار المواد التى استعملت فى البناء فتحددت مقاومة الخرسانة للكسر لمتوازى المستطيلات بقطاع ١٢ × ١٢ سم وارتفاع ٣٦ سم بمقدار ٣٢٥ ك/سم٢ وتحدد معامل المرونة للخرسانة بحوالى ٣٥٠٫٠٠٠ ك/سم٢ .

وبلغ حد المرونة للحديد ٢٦٠٠ ك/سم٢ ومعامل المرونة ٢٫١٠٠٫٠٠٠ ك/سم٢



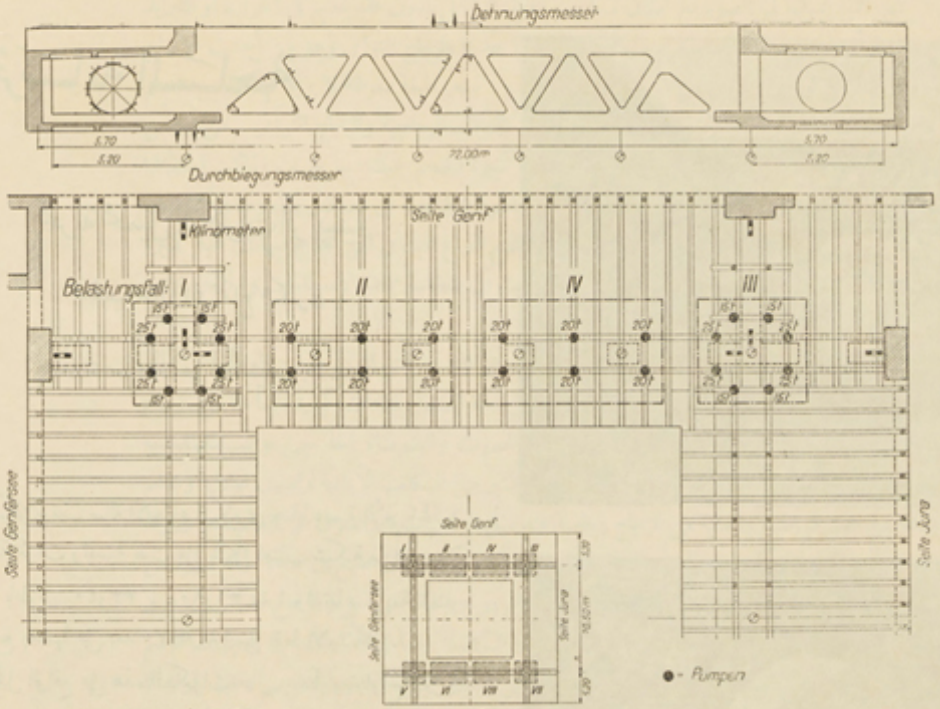


(شكل ١ و ٢) حديد التسليح فى نهايات الكمرات



(شكل ٣) تفاصيل حديد التسليح

(شكل ٤) ترتيب صب الخرسانة



(شكل ٥) ترتيب المكابس الايدروليكية وأدوات القياس فى عمل التجربة

وكانت الاجهادات المسموح بها لهذه المواد ١٦٠٠ ك/سم٢ للحديد و٩٠ ك/سم٢ للخرسانة ترتفع الى ٢٠٠٠ ، ١٢٠ على التوالى عند مراعاة فعل الحرارة والانكماش فى الحساب

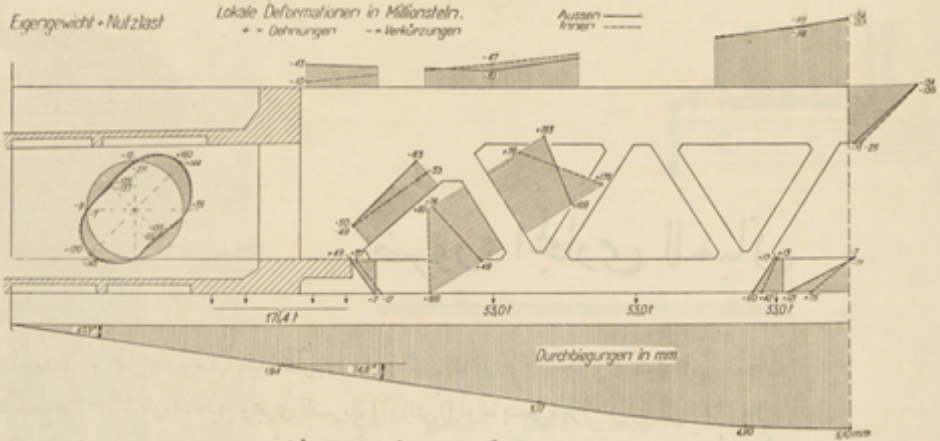
أجريت تجربة هذه الكمرات بعد تمام بنائها بمدة تتراوح بين شهرين وخمسة أشهر من تاريخ صب الأجزاء المختلفة تحت اشراف الأستاذ الدكتور روش مدير معمل تجارب المواد للحكومة السويسرية والأستاذ بجامعة زيوريخ .

تقرر عمل التجربة بحمل قدره ١١٢٠ طنا. ولما كان استحضار أثقال بهذا المقدار لتحميل السقف بها ليس بالعملية السهلة علاوة على مايتطلبه من النفقات الباهظة والمدة الطويلة استغنى عنها باستعمال المكابس الايدروليكية لاحداث القوى المطلوبة

وتمتاز هذه الطريقة عن سالفتها بقصر الوقت اللازم لاجراء عملية التحميل بها فهو لا يستغرق بضع دقائق ومن السهل اعادة عمل التجربة عدة مرات ولا يكلف ذلك أكثر من رفع الضغط وخفضة فى المكابس ومن السهل الوصول الى أقصى قيمة للتحميل على دفعات والرجوع بعد كل منها الى الصفر لدراسة فعل التحميل المتغير . ويمتاز هذا النوع من التحميل بدقة ما نحصل عليه به من نتائج اذ أن قصر وقت التجربة لا يضطرنا الى ترك أدوات القياس مدة طويلة وهى مثبتة على المبنى مما يعرض قراءتها للخطأ ويترك مجالا للمؤثرات الجوية كتغيير درجة الحرارة فى التدخل فى نتائج التجربة ويعرض الآلات نفسها للتلف

والمكابس رد فعل مساو للقوة التى تضغط بها على المبنى يعمل على نقط ارتكازها وهو ما يجب دراسة أثره بعناية عند وضع ترتيب التجربة .

وقد رتبت المكابس فى تجربة الكمرات التى نحن بصددها بين أسفل الكمرات والشدة الخشبية التى عملت لصب الخرسانة . فرص تحت كل كمرة ٢٨ مكبس وحددت أقصى قوة لكل منها بمقدار مقاومة الأعمدة الخشبية للشدة فى



(شكل ٦) نتائج التجربة : أعلى مقادير التغيير في وحدة الطول بواحد على المليون أسفل خط الترخيم وزوايا الدوران تحت تأثير وزن البناء والحمل الحى

الموضع الذى يقف عليه فكانت هذه القوى ٢٥ ، ٢٠ ، ١٥ طنا فى المواضع المختلفة وبها أمكن احداث قوة قدرها ٥٦٠ طنا على الكمرة الواحدة وهو الحمل الذى تقرر اختبارها به وشكل (٥) يبين ترتيب المكابس وأدوات القياس .

وضغطت المكابس الكمرات بقوى رأسية عملت عليها من أسفل الى أعلى أى فى اتجاه عكسى لفعل الأحمال . وهذه الطريقة ولو أنها مخالفة لما هو قائم فى الطبيعة الا أنه أمكن بها الوصول الى الغرض المطلوب بأقصر الطرق .

فقيس الترخيم والاجهادات والدوران فى أجزاء الكمرة المختلفة بكل عناية ومنها أمكن حساب هذه القيم فى حالتها النهائية أى تحت فعل الاحمال الفعلية . وشكل (٦) يبين هذه القيم .

وقد أوصلتنا هذه التجارب الى النتائج الآتية :

١ — بقياس الاجهادات والترخيم والدوران للكمرات تحت تأثير وزنها وذلك بتثبيت آلات القياس عليها وهى لا تزال مرتكزة على الشدة ثم بفك هذه الشدة تدريجيا وجد أن الكمرات كانت تحمل جزءا من وزنها وهى لا تزال رابضة على الشدة نتيجة لتصلب الخرسانة وعمل الحرارة فى تمددها ورفعها عن الفرم ثم انكماش خشب الفرم نفسها عندما يجف ما به من ماء ورطوبة مما يجعله ينفصل عن الخرسانة ويتركها تحمل نفسها .

٢ — اشتركت السقوف المرتبطة برؤوس الكمرات مع الكمرات كوحدة فى رفع الحمل . فنتج عن ذلك زيادة كبيرة فى صلابتها مما أدى الى انخفاض قيم الترخيم والتقويض الى النصف تقريبا. فأقصى ضغط قيس فى رأس الكمرة العليا كان حوالى ٥٠ك/سم٢ للخرسانة وأقصى شد فى الحديد فى رأس الكمرة السفلى بلغ ١١٧٠ك/سم٢ فى حين أن الحدود المسموح بها فى هذه الحالة أى التى يراعى فيها فعل الاجهادات الثانوية كانت ١٠٠ ، ٢٣٠٠ ك/سم٢ للخرسانة والحديد على التوالى.

٣ — لم تتأثر قوى أعضاء الشبكية من تقوية رؤوس الكمرات إذ أن هذه عليها أن تحمل قوى القص مما لا دخل يذكر لرؤوس الكمرات فيه . ولكن الاجهادات التى بها لم تتجاوز الحدود المقررة

٤ — معامل السلامة للخرسانة والحديد بالنسبة لقاومتهما للكسر هو ٣ ، ٢ على التوالى

٥ — الاجهادات الثانوية الناتجة عن صلابة نقط ارتباط الأعضاء عالية جدا وهى فى المتوسط ٧٠٪ من الاجهادات الرئيسية الناتجة عن قسمة القوة على مساحة القطاع العرضى للعضو . وقد وصلت قيمة هذه الاجهادات فى بعض المواضع الى ١٧٠ ٪

تعد هذه الكمرات فوز عظيم للخرسانة المسلحه والنهاية العظمى لدرجة استغلال خواصها

دكتور سيد مرتضى