Trois réalisations belges en béton précontraint

Autor(en): **Steinmann, Georges**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **67 (1949)**

Heft 11

PDF erstellt am: **28.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-84020

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Trois réalisations belges en béton précontraint

Par GEORGES STEINMANN, ing. civ. dipl. E.P.F., bureau d'ingénieur E. Schubiger, Zurich-Soleure

DK 624.012.47

A la fin du Congrès de l'Association internationale des Ponts et Charpentes à Liège[1]), M. le professeur *G. Magnel* organisa en liaison avec les firmes d'entreprises belges une excursion à trois importants chantiers de constructions en béton précontraint. L'excursion débuta au Laboratoire de béton de l'Université de Gand, où furent démontrées les méthodes et moyens de précontrainte développés par M. le professeur Magnel et les Entreprises Blaton-Aubert de Bruxelles. Les ouvrages en construction visités ensuite furent: le pont de Smets et l'Usine de l'Union cotonnière à Gand, et les hangars d'aviation de l'aérogare de Bruxelles-Melsbroek. Nous décrirons tout d'abord les procédés de précontrainte utilisés, puis nous passerons à la description des trois ouvrages cités.

1. Procédés de précontrainte

Les procédés utilisés pour précontraindre une pièce se distinguent par leur simplicité et par leur rationalisation. L'idée fondamentale fut de développer une méthode n'exigeant aucun outillage encombrant et spécialisé, de telle manière que chaque entrepreneur, sous la direction d'ingénieurs instruits, puisse exécuter un ouvrage en béton précontraint. Les forces de précontrainte sont appliquées par des fils de 5 ou de 7 mm de diamètre, en acier à haute limite élastique, dont la résistance à la rupture est égale à 170 kg/mm². Ils sont réunis en câbles et logés dans des trous laissés dans les pièces coulées. L'ancrage terminal est réalisé par des plaques dites «plaques sandwiches» où 8 fils sont coincés deux par deux par des clavettes (voir fig. 1 et 2). Les plaques s'appuient par l'intermédiaire d'une culasse prise dans le béton sur les abouts des pièces. Les fils sont mis sous des tensions de 90 à 100 kg/mm² deux par deux par des vérins de 4 t pour les fils de 5 mm et des vérins de 8 t pour les fils de 7 mm. Après mise en tension de tous les fils, les trous sont remplis de lait de ciment.

2. Le pont de Smets à Gand

C'est un pont rail-route de 18 m de largeur, à deux voies de tramways, deux voies carossables, et deux trottoirs, à trois travées non continues (fig. 3). La travée médiane est franchie par une construction en béton précontraint, consistant en 35 poutres placées les unes à côté des autres. Ces poutres (fig. 5) à section en I et à abouts renforcés ont une portée de 28,80 m, une hauteur de 1,10 m au milieu et un poids de 40 t. Elles sont bétonnées sur la rive d'une seule pièce et précontraintes

[1]) Voir SBZ 1948, no. 46, p. 634*.

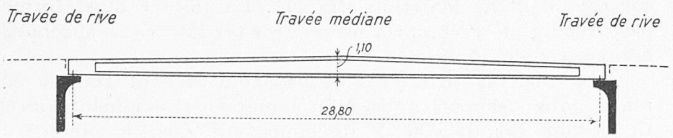


Fig. 3. Pont de Smets, vue schématique en long; 1:400

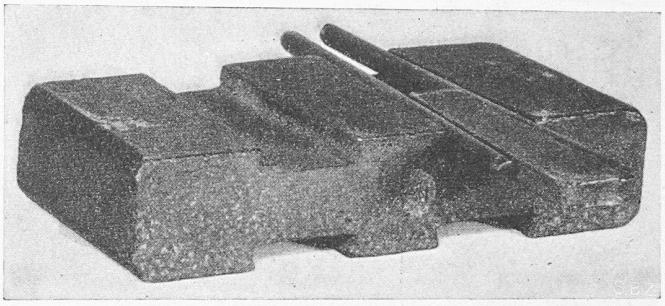


Fig. 1. Plaque sandwich pour 8 fils

par trois câbles, l'un rectiligne, les deux autres recourbés et ancrés le plus haut possible aux abouts (fig. 4). Les poutres sont solidarisées entre elles par une précontrainte transversale. Le profil du canal à laisser libre exigea la hauteur réduite de 1,10 m. Pour diminuer la portée, les piles intermédiaires en béton armé ont une console à leur tête. La construction exécutée a été choisie en adjudication-concours pour ses avantages économiques, sa rapidité de construction et de mise en service, comparée à des constructions métalliques et en béton armé.

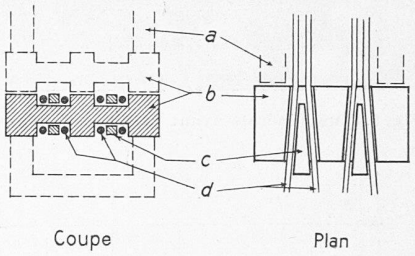


Fig. 2. Système d'ancrage. a culasse, b plaque sandwich, c clavette, d fils

3. Usine de l'Union cotonnière à Gand

L'usine est construite sur un seul étage et couvre une superficie de 30000 m² environ. L'étude rationelle de la fabrication conduisit à l'adoption d'une toiture plate, sans lanterneaux. Les locaux sont éclairés à la lumière artificielle et l'air y est conditionné. Le projet et l'exécution ont été confiés aux Entreprises Blaton-Aubert. La construction portante en béton précontraint s'imposa par son économie et sa rapidité d'exécution (économie de 15% comparée à une construction métallique). Le plan est divisé en éléments de construction et de travail de 21,60 × 14,40 = 311 m², véritable module choisi pour des raisons d'économie et de fabrication (fig. 6 et 7).

Les poteaux distants de 21,60 m dans un sens et de 14,40 m dans l'autre portent en console les poutres principales primaires et une poutre secondaire. Ils sont fondés sur une semelle supportée par 5 pieux dits «pieux vibrants» de 45 t de charge portante chacun, soit 225 t par fondation.

Les 100 poutres primaires, distantes de 14,40 m ont une portée théorique de 20,50 m, une hauteur de 1,75 m et une section en I à table de compression élargie. Elles sont pré-

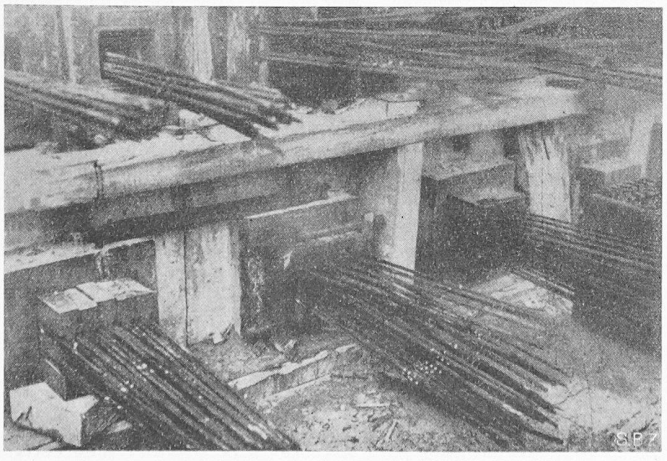


Fig. 4. Abouts des poutres avec câbles

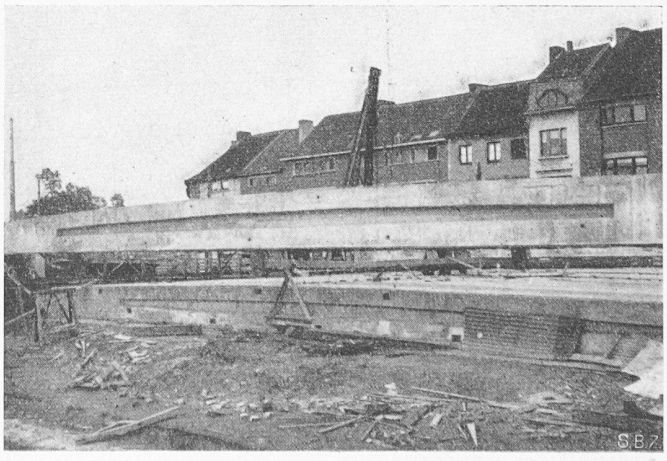


Fig. 5. Smets, poutres en dépôt

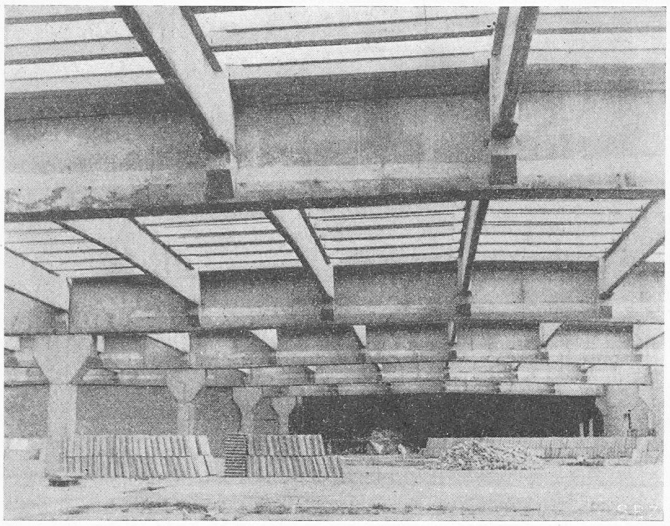


Fig. 6. Vue générale avant pose des dalles préfabriquées

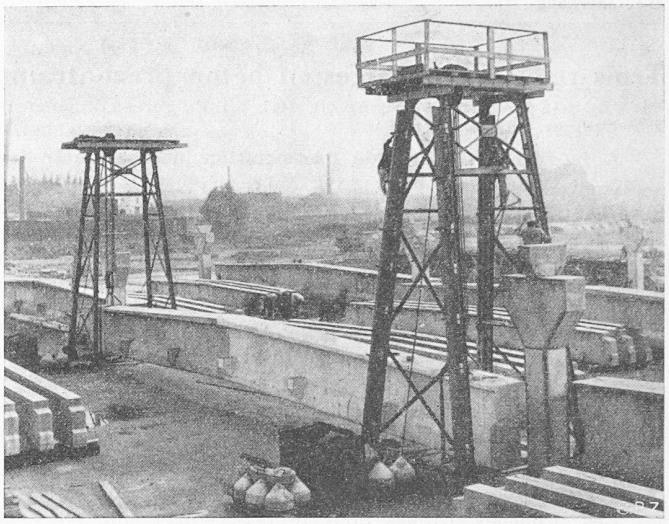


Fig. 10. Tour de montage pour les poutres principales

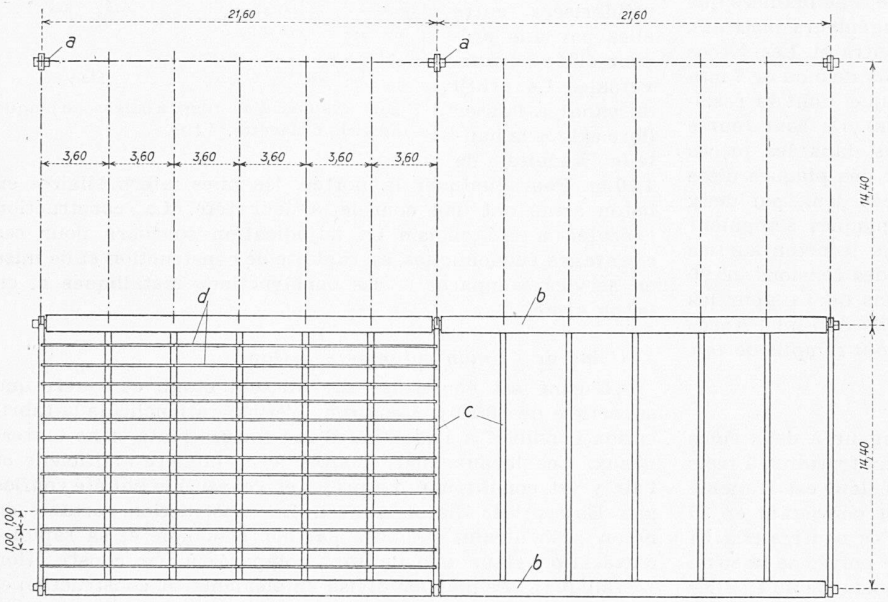


Fig. 7. Usine de l'Union cotonnière à Gand. Vue en plan, 1 : 400.
a poteaux, b poutres principales primaires, c poutres secondaires, d poutres tertiaires

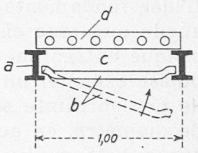


Fig. 11 (à droite)
Toiture 1:50. a poutre tertiaire, b dalle de faux-plafond, c isolation, d dalle en béton de bims

contraintes par 3 câbles (2 rectilignes, 1 recourbé) à 48 fils de ⌀ 5 mm chacun (28 kg d'acier par m³ de béton). Elles sont bétonnées à terre à l'endroit où elles sont levées, et mises en place à l'aide de deux treuils et de deux tours démontables de montage. Le poids d'une poutre est de 40 t (voir fig. 8 et 10).

Les 600 poutres secondaires, distantes de 3,60 m, de 13,70 m de portée théorique, de 1,00 m de hauteur et à section en I, s'appuyent sur les poutres principales par des consoles. Elles sont précontraintes par un seul câble rectiligne à 24 fils de ⌀ 5 mm (20 kg d'acier par m³ de béton) et pèsent 6 t. Une grue mobile les met en place par l'intermédiaire d'une ferme légère réticulée (fig. 9).

Les poutres tertiaires de 3,60 m de portée et distantes de 1,00 m sont préfabriquées en béton armé. Le procédé de précontrainte développé ne devient économique qu'à partir de portées plus grandes que 10 m.

La couverture en feutre bitumé avec gravillons est placée sur des dalles préfabriquées en béton de bims de 15 cm d'épaisseur, reposant sur les poutres tertiaires. Des dalles préfabriquées de 6 cm en béton armé forment faux-plafond et sont posées entre les poutres tertiaires. L'espace entre les deux dalles est rempli d'une isolation (fig. 11). La toiture ainsi formée pèse 260 kg/m² y compris les poutres tertiaires. La surcharge admise est de 50 kg/m².

Les poutres primaires et secondaires sont coulées sur place dans des coffrages métalliques énergiquement vibrés. Le dosage est de 400 kg de ciment de qualité par m³ de béton. Les poutres n'ont aucune armature si ce n'est quelques étriers aux abouts et les fers ronds des consoles des poutres principales. Le logement des câbles est obtenu par des formes creuses métalliques retirées une heure après le bétonnage. Les fils de ⌀ 5 mm sont réunis en câble de 22 m de longueur pour les poutres principales, enfilés dans leur trou et tendus deux par deux sous une tension initiale de 100 kg/mm². Le béton travaille à 130 kg/cm². Les trous sont remplis de lait de ciment mis en place par simple gravité.

Des essais de charge des poutres ont prouvé leur parfait comportement. Comme contrôle, des poutres ont été essayées avec leur ancrage terminal par plaques sandwiches et clavettes, les trous non remplis, d'autres sans l'ancrage terminal, mais les trous remplis, donc où la précontrainte était transmise par adhérence. Le chantier frappe par son organisation soignée et rationnelle, et par le nombre relativement peu élevé d'ouvriers.

4. Hangars pour avions lourds à l'aérogare de Bruxelles-Melsbroek

Ces hangars sont affectés aux travaux d'entretien et de révision des avions commerciaux de la «Sabena».

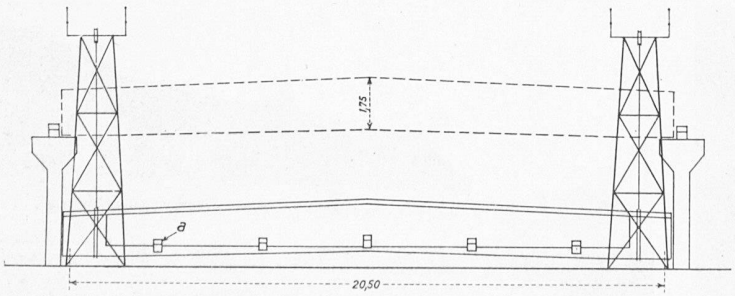


Fig. 8. Poutre primaire (poids 40 t) et sa mise en place ; 1 : 250.
a console d'appui des poutres secondaires

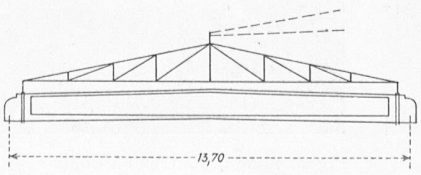


Fig. 9 (à droite). Poutre secondaire (6 t) et mode de mise en place. Echelle 1 : 250

Ils comprennent des hangars proprement dits, des ateliers, des bureaux et des magasins. La Société de Travaux en Béton et Dragages «Strabed» à Bruxelles a été chargée de l'exécution après une adjudication-concours, où le projet présenté s'imposa par ses avantages économiques et techniques.

Le bâtiment à toit plat couvre une superficie d'environ 15 000 m² et est divisé par des joints de dilatation. La construction portante est entièrement en béton armé et béton précontraint. Elle est absolument résistante au feu. Le plan d'ensemble (fig. 12) comprenait initialement 4 hangars de 50 x 40 m, entourés d'ateliers. L'exécution commencée, le maître de l'œuvre décida de réunir deux hangars en un seul de 115 x 40 m. Ce changement n'influença aucunement le projet, si ce n'est qu'il fallut construire une puissante poutre transversale en béton précontraint pour remplacer les deux lignées de poteaux. La hauteur libre au milieu est de 9,75 m, sur les bords de 9,00 m, et les hangars ne s'élèvent qu'à une hauteur de 12,65 m au-dessus du sol. Il faut relever ici clairement que le béton précontraint a permis un encombrement minimum en hauteur, facteur important pour une aérogare, et un volume minimum à chauffer (fig. 13 et fig. 17, p. 158).

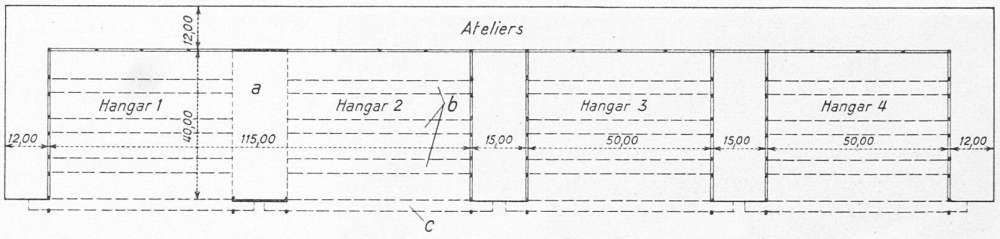


Fig. 12. Hangars de l'aérogare de Bruxelles-Melsbroek, vue en plan 1:2000. a poutre transversale, b poutres intérieures, c poutres de façade

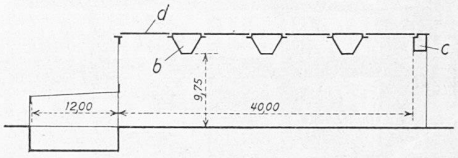


Fig. 13 (à droite). Hangars de Bruxelles-Melsbroek, coupe transversale 1:1000. b poutres intérieures, c poutre de façade, d hourdis creux

Le toit de chaque hangar comprend 4 poutres en béton précontraint de 50,90 m de portée, sur lesquelles s'appuyent 4 travées de hourdis creux en béton armé (fig. 16) d'environ 7 m de portée. La façade arrière est un squelette en béton armé.

La poutre de fassade est une poutre-caisson à section rectangulaire, dont la semelle inférieure est horizontale. Sept parois transversales raidissent la section de hauteur $l/20$ au milieu et $l/35$ aux abouts. Elle est bétonnée à son emplacement définitif sur un échafaudage en bois et rendue solidaire des poteaux qui la portent. La force de précontrainte de 1100 t est appliquée par des fils de ∅ 7 mm tendus à 90 kg par mm². Après mise en tension, les fils sont enrobés et fixés à la poutre au droit des parois raidisseuses.

Les poutres intérieures sont des poutres-caissons à section trapézoïdale, de 1,20 m de largeur pour la semelle inférieure et de 4,79 m pour la semelle supérieure. Leur forme est arquée, si bien que les fils de précontrainte sont rectilignes d'un bout à l'autre. La section est raidie par 7 parois transversales, et a une hauteur égale à $l/18$ au milieu et à $l/20$ aux abouts. 424 fils de ∅ 7 mm tendus à 90 kg/mm², développent une force de précontrainte de 1460 t. Les fils sont enrobés après leur mise sous tension. Chaque poutre pèse 300 t et est bétonnée et précontrainte à terre (fig. 14), exactement à l'endroit où elle doit être levée, entre ses 4 poteaux d'appui. La méthode de levage est raffinée dans sa simplicité (fig. 15). Deux vérins hydrauliques de 50 cm de course reposent sur une traverse, appuyée par des verrous sur une échelle de montage, fixée latéralement aux poteaux. A la fin de la course des vérins, la poutre est appuyée sur l'échelle de montage par des verrous, la traverse est remontée, et l'opération de levage se poursuit. Les abouts de la poutre ont une largeur inférieure à l'entredistance des poteaux et portent deux encoches. A la hauteur définitive, des blocs de béton appelés dés d'appui s'emboîtent dans ces encoches et la poutre repose sur les poteaux.

Les poutres des hangars 1 et 2 sont reprises par une poutre-caisson en béton précontraint de 40 m de portée, et à section rectangulaire de 13,50 m de largeur et de 6,00 m de hauteur. Elle est bétonnée à sa hauteur définitive sur des poteaux en béton armé. Les six poutres intérieures à section trapézoïdale sont bétonnées à terre, précontraintes, levées et mises en place comme dans les hangars 3 et 4. La poutre transversale est alors précontrainte et les poteaux démolis.

Le béton des poutres est dosé à 400 kg de ciment à haute résistance par m³ de béton. Les essais de contrôle sur cubes prouvent une résistance à la compression égale à 450 jusqu'à 500 kg/cm².

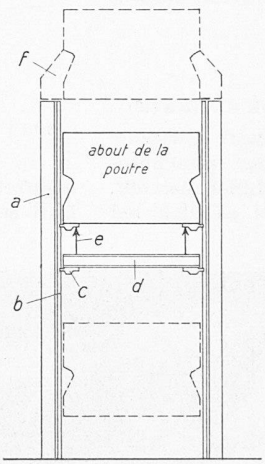


Fig. 15. Mise en place d'une poutre intérieure, 1:200. a poteau, b échelle de montage, c verrou, d traverse, e vérin, f dé d'appui

5. Conclusions

La technique du béton précontraint a à son actif des ouvrages originaux à buts divers et à grandes dimensions. Les trois réalisations que nous venons de décrire prouvent la confiance des ingénieurs et des entreprises belges dans les méthodes originales développées par

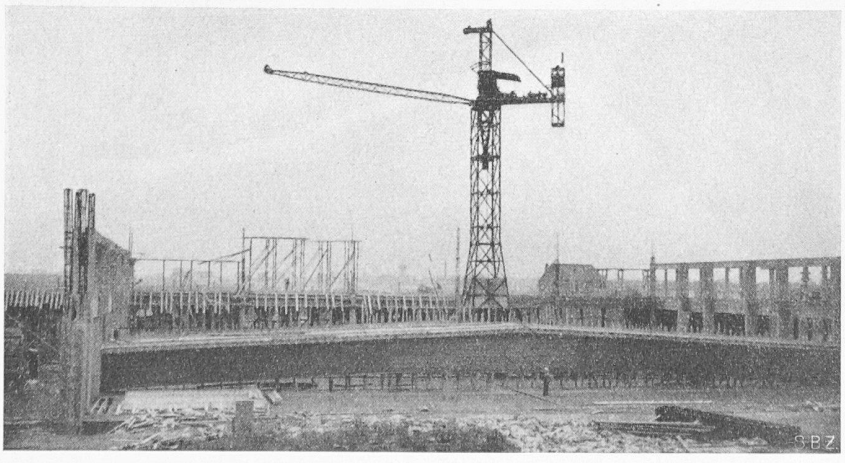


Fig. 14. Poutre intérieure de 300 t, 50 m de portée

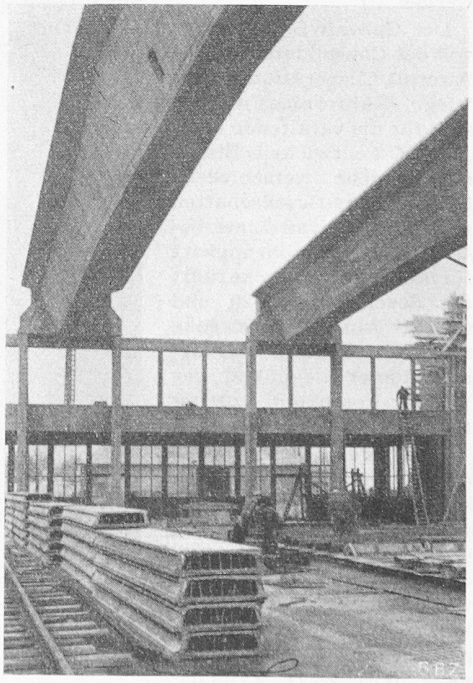


Fig. 16. Deux poutres intérieures posées, hourdis creux en dépôt

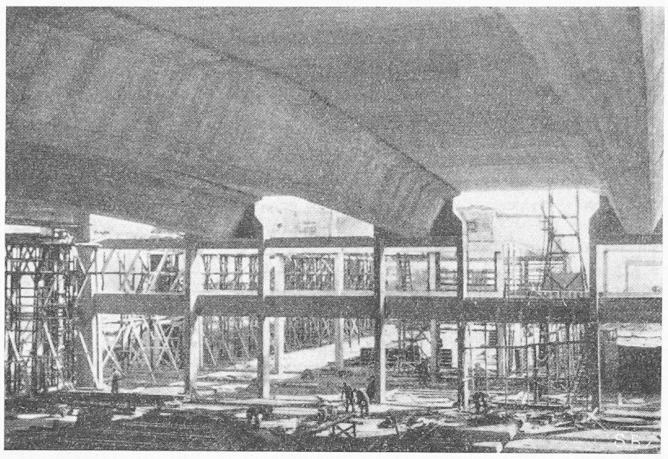


Fig. 17. Hangars de l'aérogare de Bruxelles-Melsbroek. Vue intérieure d'un hangar, toiture terminée, posée

eux et leur volonté de rester à la pointe du progrès technique[2]). Des qualités d'économie, de possibilités d'adaptation à des conditions locales différentes et de rapidité d'exécution, ont déterminé le choix de ces constructions en béton précontraint dans des adjudications-concours, où elles étaient mises en concurrence avec des constructions métalliques et en béton armé.

[2]) Pour des descriptions complètes et bien illustrées, cf.:
La novelle usine de l'Union cotonnière à Gand, par *G. Magnel*, «Technique des Travaux», no. 7/8, 1948, p. 214-220, 9 fig.
Les hangars en béton précontraint de l'aérodrome de Bruxelles-Melsbroek, par *H. C. Duyster*, «Technique des Travaux», no. 9/10, 1948, p. 285-296, 25 fig.
Pour les méthodes développées en Belgique et les calculs, cf. le livre de M. le professeur *G. Magnel:* Le béton précontraint, Editions Fecheyr, Gand (Belgique).

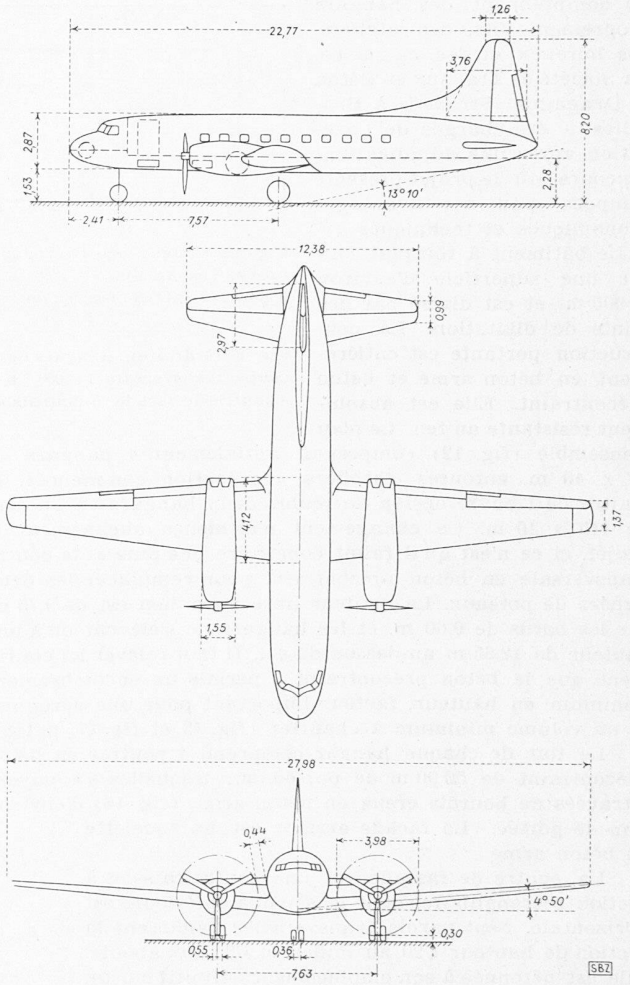


Bild 1. Typenbild des Convair-Liner, Masstab 1 : 350

Das Verkehrsflugzeug Convair-Liner

Von ROLF WILD, Zürich DK 629.138.5 (73)

Die schweizerische Luftverkehrs-Gesellschaft Swissair hat zur Ergänzung ihres Flugzeugparkes vier zweimotorige Verkehrsflugzeuge des Musters Convair-Liner bestellt, deren Ablieferung zur Zeit im Gang ist. Da es sich bei diesem Typ wohl um das modernste zweimotorige Verkehrsflugzeug handelt, sollen im folgenden die wichtigsten konstruktiven Merkmale kurz beschrieben werden.

Der Convair-Liner wurde von der Consolidated Vultee Aircraft Corporation in San Diego (Kalifornien) als Ersatz für die veraltende Douglas DC 3 entwickelt. Bisher haben zehn verschiedene Luftverkehrs-Gesellschaften gegen 160 Convair-Liner bestellt. Eine Ausführungsart für militärische Zwecke führt die Bezeichnung T-29 und soll für Ausbildungszwecke verwendet werden. Für dieses Muster liegt von der US Air-Force ein Auftrag für 37 Apparate vor.

Der Convair-Liner ist für die Beförderung von 40 Passagieren auf kurzen und mittleren Flugstrecken eingerichtet. Er ist als Tiefdecker mit einfachem Leitwerk und Bugradfahrwerk in Ganzmetallbauweise ausgeführt. Das Innere des beinahe durchwegs zylindrischen Rumpfes ist druckbelüftet, wobei Temperatur und Feuchtigkeit der zugeführten Luft selbsttätig geregelt werden.



Bild 2. Der Convair-Liner im Flug