

第2回萬國橋梁構造物會議に就て

會員 工学博士 堀 越 一 三*

1. 萬國橋梁構造物學會第2回國際會議の組織

萬國橋梁構造物學會 (IVBH) は其の會名を

Association Internationale des Ponts et Charpentes.

Internationale Vereinigung für Brückenbau und Hochbau.

International Association for Bridge and Structural Engineering.

と云ひ 1929 年 10 月に Zürich に於て創立されたものである。其の第1回國際會議は 1932 年 5 月 Paris に於て開催された。第2回國際會議は本年春 Rome に於て開催される豫定であつたが種々の都合で Rome に於ける開催は不可能となり、獨逸政府の勸奨により本年 10 月獨逸國內に於て開催された。10 月 1 日—7 日は Berlin に於て豫め發表されたる議題の討議研究が行はれ 10 月 8 日—11 日は Berlin—München 及其の附近に於て關係施設物や其の工事の見学が行はれた。

會議の大体のプログラムは Stresa (1934 年) 及 Brussels (1935 年) に於て開かれた學會の常置委員會によつて立案された。議題は鋼、鉄筋コンクリート及土質に関する特に興味あるもののみであつた。

會議は總て學會の常置委員會によつて選舉された學會の理事 (Vorstand d. IVBH.) と此の會議の爲に組織されたる獨逸實行委員會 (Deutscher Organisationsausschuß) によつて處理された。現在學會の理事は

Präsident: Prof. Dr. A. Rohn, Präsident des Schweizerischen Schulrats, Eidgen. Technische Hochschule Zürich.

Vizepräsidenten: sir Thomas Hudson Beare, Professor, Department of Engineering, The University, Edinburgh.

Dr.-Ing. M. Klönne, Dortmund.

G. Pigeaud, Inspecteur Général des Ponts et Chaussées, Paris.

Dr. G. Caffarelli, Député au Parlement, Secrétaire national du Syndicat fasciste des Ingénieurs, Rome.

Generalsekretäre: Prof. Dr. L. Karner, Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich.

Prof. Dr. M. Ritter, Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich.

Technische Berater: Baurat Dr. F. Bleich, Zivilingenieur, Wien.

F. Campus, Professor à l'Université de Liège, Bruxelles.

L. Cambournac, Ingénieur an chef, Compagnie du Chemin de Fer du Nord, Paris.

Dr. W. Petry, Geschäftsführendes Vorstandsmitglied des Deutschen Betonvereins, Oberkassel, Siegkreis.

Sekretär: P. E. Soutter, Beratender Ingenieur, Generalsekretär des Schweizerischen Ingenieur- und Architektenvereins, Zürich.

である。2 名の書記長の内 Dr. Karner は鋼關係を、Dr. Ritter は鉄筋コンクリート關係を分擔して居る。學會規約によれば副會長は 3 名であるが會議の開催を Rome に豫定せる爲伊國からも 1 名の副會長を出して居る。

獨逸實行委員は次の如くである。

* 鐵道技師 倫敦駐在

Präsident: Dr.-Ing. F. Todt, Generalinspektor für das Deutsche Straßenwesen, Berlin.

Generalsekretär: Dr.-Ing. M. Klönne, Deutscher Vizepräsident der I. V. B. H., Dortmund.

Geschäftsführende Sekretäre: Ministerialrat Schütte, beim Generalinspektor für das Deutsche Straßenwesen, Berlin.

Dr.-Ing. Klöppel, Deutscher Stahlbau-Verband, Berlin,

Mitarbeiter: Baurat Sommerer, beim Generalinspektor für das Deutsche Straßenwesen, Berlin.

Amtsrat Langner, beim Generalinspektor für das Deutsche Straßenwesen, Berlin.

Mitglieder: Ministerialrat Dr.-Ing. Ellerbeck, Reichs- und Preussisches Verkehrsministerium, Berlin,
Geh.-Rat Dr.-Ing. Schaper, Reichsbahndirektor, Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft, Hauptverwaltung, Berlin.

Dir. Dr.-Ing. O. Kommerell, Reichsbahndirektor, Reichsbahnzentralamt, Berlin.

Prot. Dr.-Ing. F. Dischinger, Technische Hochschule, Berlin.

Prof. Dr.-Ing. W. Gehler, Technische Hochschule, Berlin.

Geh. Regierungsrat Dr.-Ing. A. Hertwig, Prof. a. d. Technischen Hochschule Berlin-Charlottenburg,
Vorsitzender der Deutschen Gesellschaft für Bauwesen e. V.

Dr.-Ing. Oelert, Direktor des Deutschen Stahlbau-Verbandes, Berlin.

Dr.-Ing. H. Olsen, Beratender Ingenieur, München.

今回の會議は獨逸政府 交通運輸省 (Verkehrsministerium), 道路局 (Straßenwesen) 及 國有鐵道 (Reichsbahn) の多大の後援を受けた。獨逸の諸大臣, 關係大學長等は皆名譽委員となり關係諸団体も皆之を後援した。

閉會式及總會 (Schlußsitzung) は獨逸國會議事堂 (Reichstags Sitzungssaal der Krolloper) で行はれたが總ての讀會 (Arbeitssitzung) は Technische Hochschule の Physikalisches Institut の大講堂で行はれた。此の大講堂の各机にはリシーバーが取付けられてある。此のリシーバーを通ずれば同一講演を同時に英獨佛の3國語で聞き得られる。

此の度の會議に提出せられたる議題は次の8である。或議題は更に細分して研究討議された。

I. Importance of the Toughness of Steel for Calculating and Dimensioning Steel Structural Work, especially when Statically Indeterminate.

II. Stressing and Degree of Safety in Reinforced Concrete Structures from the Designer's Point of View

a) Influence of Stationary and of Repeated Loading.

b) Means for Increasing the Tensile Strength of Concrete and for Reducing the Liability Cracking

c) Use of High-Tensile Steel.

d) Influence of Concreting and Dilatation Joints.

III. Practical Questions in Connection with Welded Steel Structures.

a) Influence of Dynamic and Frequently Alternating Loading on Welded Structures.

(Research Work and its Practical Application.)

b) Design and Execution of Welds with Special Consideration of Thermal Stresses.

c) Inspection and Control of Welded Joints.

d) Experience with Completed Structures.

IV. Recent Points of View Concerning the Calculation and Design of Bridge and Structural Engineering in Reinforced Concrete.

a) Walled Structures.

b) Wide-Span Bridges.

V. Theory and Research Work on Details for Steel Structures of Welded and Riveted Construction.

VI. Concrete and Reinforced Concrete in Hydraulic Engineering (Dams, Pipe Lines, Pressure Gal-

leries etc.)

VII. Application of Steel in Bridge and Structural Engineering and in Hydraulic Construction.

- a) Application of Steel in Bridge and Structural Engineering.
- b) Application of Steel in Hydraulic Construction.

VIII. Research concerning Building Ground.

8 議題の内鋼に關するもの 4, コンクリートに關するもの 3, 基礎に關するもの 1 である。鋼に關する 4 議題の内 2 議題は溶接に關するもので第 1 回會議以來引き続き論議されつゝある問題である。各議題に對して 1 乃至 2 の讀會が開かれた。別に議題外の隨意の論文を發表する爲に 2 讀會が開かれた。

各議題に對し學會の専門顧問 (Technische Berater) は獨逸實行委員と協力して豫め各國から報告者 (Berichterstatter) を撰定依頼した。各國の報告者は與へられた問題に就て研究報告を作製した。此の報告を集めたものが會議前に配布された前刷 Preliminary Publication—Second Congress, Berlin-Munich, 1st—11th October 1936 である。會議の各讀會に於ては之等の報告者は更めて報告することはしない。唯特に任命された總括報告者 (Generalberichterstatter) が各讀會の初頭に前刷中にある多數の報告論文を總括報告して直ちに討議に移つた。討議は豫め準備されたる討議文を讀上げることにきめられた。討議は議題全般に互つてもよし議題の一部を取扱つてもよい。討議時間は 1 人當り多くは 5 分乃至 15 分であつた。若し時間に餘裕があれば準備されたる討議の後に自由討議も行はれる豫定であつたが實際は行はれなかつた。討議には何人でも參加でき其の申込は本年 9 月 15 日迄 Zürich で受け付けられた。

各讀會は夫々指名された論說委員 (Arbeits-ausschuß) によつて處理された。論說委員は 1 名の Präsident, 4 名の Vizepräsident 1 名の Generalsekretär 及 1 名の Sekretär からなる。論說委員は讀會終了後に委員會を開いて議題の結論を作製した。之は總會の際に朗讀されたが些少の修正希望があつたのみで總會を通過した。各讀會で讀まれたる討議文, 議題外の論文及各議題の決論は一括して會議の最終報告に載せられ 1937 年春に出版配布される豫定である。

第 2 回國際會議の參加者の總數は約 1330 名に達し甚だ盛大であつた。日本技術者は 8 名參加した。參加國は殆んど全世界を網羅して居る。各國の參加者數の内獨逸の 560 名が最大であり France 63, Great Britain 33, Italy 41, Austria 31, Poland 50, Suisse 41 等比較的多く其の他 Egypt, Albania, Australia, Belgium, Bulgaria, Brazil, British India, Cuba, 支那, Denmark, Danzig, Esthonia, Finland, Greece, Holland, Jugoslavia, Lettonia, Lithuania, Luxemburg, Mexico, Hollandish India, Norway, Paraguay, Roumania, Sweden, South Africa, Czechoslovakia, Spain, Turkey, Hungary, Uruguay, USA からも參加者があつた。

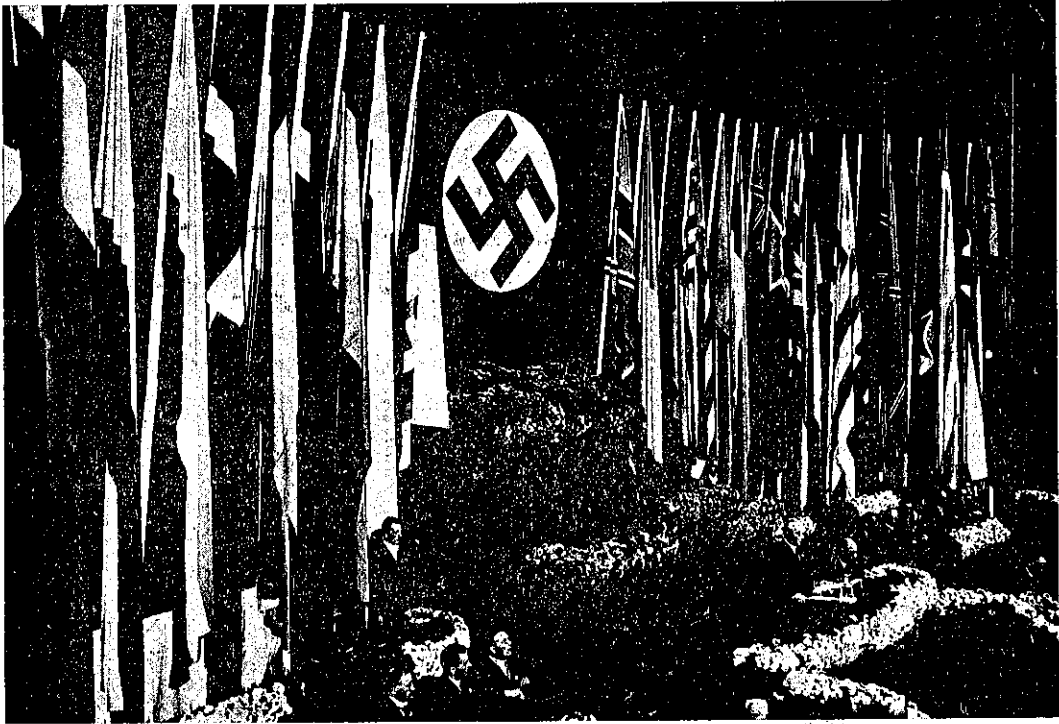
會議開會後讀會は毎日開かれたが土曜日の午後及日曜日には Berlin 附近の自動車道路及其の橋梁其の他の關係の諸構造物の見学或は各所舊蹟の巡歴が企てられた。

2. 會議のプログラム

會議のプログラムは學會及獨逸の委員によつて充分研究され參加者は總ての會合, 見学旅行等に參加できる様に準備された。10 月 1 日—7 日の Berlin に於ける諸會合及見学 10 月 8 日—11 日の Berlin-münchen に於ける見学旅行の状態は大體次の如くである。

10 月 1 日 此の日には開會式, 第一讀會及 Berlin 市からの招待があつた。

図-1. Reichstags Sitzungssaal der Krolloper に於ける第2回萬國橋梁構造物會議の開會式
壇上立てるは Prof. Dr. A. Rohn. 其の右は Dr.-Ing. F. Todt.



開會式 第2回萬國橋梁構造物會議の開會式は Krolloper 内で行はれた。Dr. F. Todt によつて開會が宣せられ獨逸政府を代表した交通大臣 Frhr. von Eitz-Rübenach の歓迎の辭と Dr. A. Rohn の挨拶の後に今回の會議の用語とされた英獨佛伊語 (Rome 開催の豫定があつた爲に伊語も含まる) の代表者の挨拶があつた。各代表者は獨逸政府及各關係方面の厚意と會議當事者の努力を感謝し各國關係者の所見を紹介した。次いで Dr. F. Todt (Generalinspektor für das deutsche StraÙenwesen) の講演があつた。此の講演は目下世人の注目の的となる獨逸の自動車道路の建設計畫と施工實施成績に關するもので計畫の進行と施工せる各種工事の實況を映寫しつゝ面白く解説せるものであつた。

開會式後直ちに Technische Hochschule の Physikalisches Institut で第1讀會が開かれた。

[第1讀會]: 第1讀會 (Erste Arbeitssitzung) に於ては先づ議題 I Importance of the toughness of steel for calculating and dimensioning steel structural work, especially when statically indeterminate を討議した。Dr. L. Karner は總括報告者として前刷にある研究報告を總括的に報告し次いで Fritsche (Czechoslovakia), Mair-Leibnitz (Germany), Aimond (France), Baes (Belgium), Kazinczi (Hungary), Klöppel (Germany), Kuntze (Germany), Eichinger (Suisse), Jezek (Germany), L'Hermite (France), Späth (Germany), Stüssi (Germany) の5分~10分に互る討議があつた。報告者にして討議に参加したのも可なりあつた。

次いで議題 VIIa. Application of steel in bridge and structural engineering. が上程された。Dr Klöppel が總括報告して討議に移つたが討議に参加したものは Eberhard, Fava 外3名であつた。

10月2日 此の日には第2讀會第3讀會及獨逸交通大臣其の他の招待があつた。

〔第2讀會〕：議題は II. Stressing and degree of safety in reinforced concrete structures from the designer's point of view の a) 及 b) である。Dr. Gehler が總括報告者となつた。討議者は a) b) を通じ 16 名に達し甚だ盛んであつた。

〔第3讀會〕：第3讀會は隨意論文の發表に當てられた。其の主なるものをあげて見る。

Dr. Schaper は獨逸の自動車道路の主要なる橋梁を示し其の架設法をフィルムを以つて説明した。Dr. Ellerbeck は獨逸 Niederfinow に於けるキャナル附屬の種々の構造物に就て説明した。此の説明は 10 月 4 日の見學旅行によつて實地に視察することができた。Dr. Karner は Basel に於ける Wettsteinbrücke の強度を實際調査せる結果を報告した。C. St. Chettoe は英國に於ける最近の橋梁に於て解説を試み、E. J. Nilsson は Stockholm の Mälars 湖に架せられた道路橋に就て説明した。H. Bastien は佛國に於ける橋梁の特殊構造を紹介した。

10 月 3 日 此の日には第4讀會及 Berlin 附近の見學があつた。

〔第4讀會〕：議題は III. Practical questions in connection with welded steel structures であつて Paris に於ける第1回會議以來引續ける研究題目である。Dr. Schaper が總括報告者として多數の報告を纏めて總括的に報告した。討議も各國に於ける研究實績を紹介し最も興味あるものゝ一であつた。討議參加者は III a) に 6 名、III b) に 8 名、III c) に 6 名に達した。

〔見學〕：自動車道路の Rüdgersdorf—Kalkberge に於て工事中の Rüdgersdorfbücke を見學した。此の橋梁は Rüdgersdorf の谷を渡る鋼桁で全長は約 1000 m に達する。1935 年 12 月に工事に着手されたもので本年 12 月には竣工する豫定である。此の工期 1 年間に 50 000 m³ のコンクリート及鉄筋コンクリートと 6400 t の鋼 (st 37 及 st 52) と仕上げ用として約 520 000 個の石が使用されることになる。14 の橋脚の内 9 の橋脚は圧搾空氣を用ひて施工されたもので其の基礎の深さは 6 m—13.3 m である。上構は全部熔接されて居る。工場で熔接し現場に運搬して熔接々合する部材の重量は 37 t—44 t に達し其の長さは端から端迄を測ると 34 m—37 m である。

10 月 4 日 Berlin-Stettin の自動車道路を経て Eberswalde, Nieder-Finow に於ける構造物の見學があつた。

10 月 5 日 此の日には第5讀會、第6讀會及獨逸政府の招待があつた。

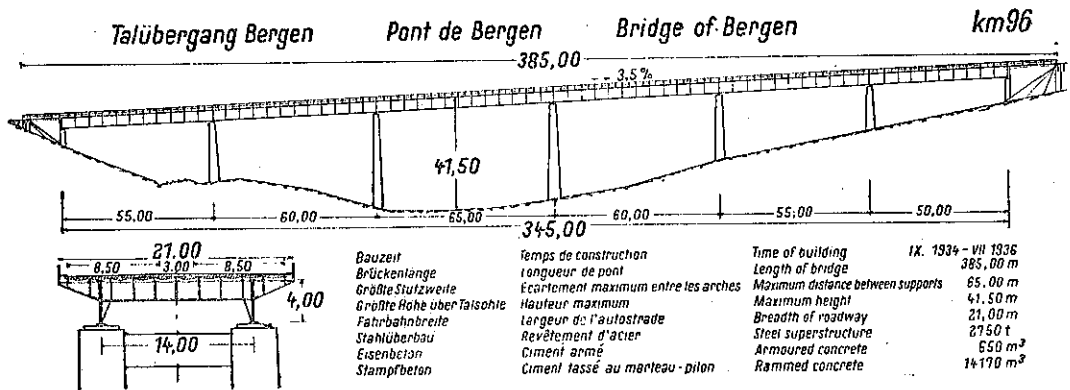
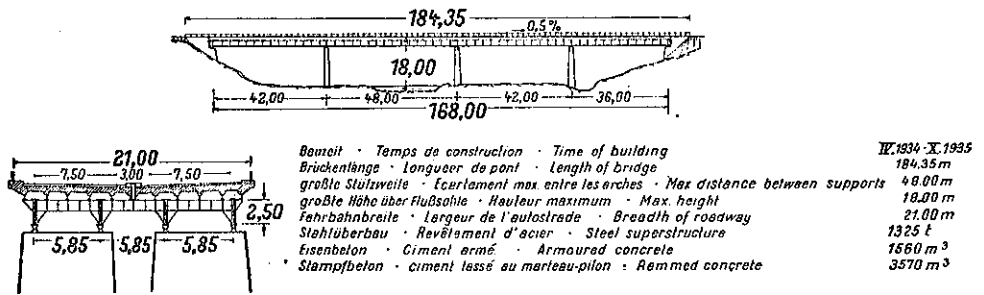
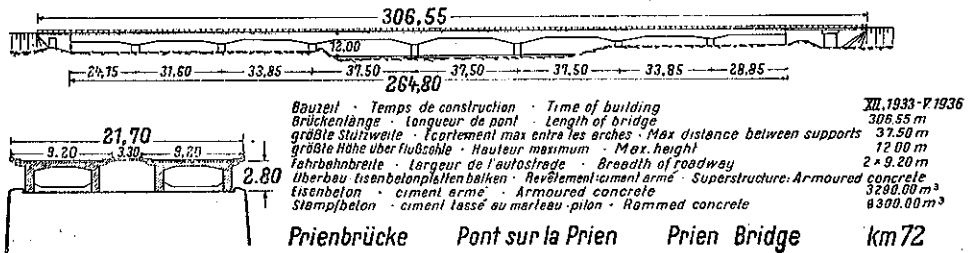
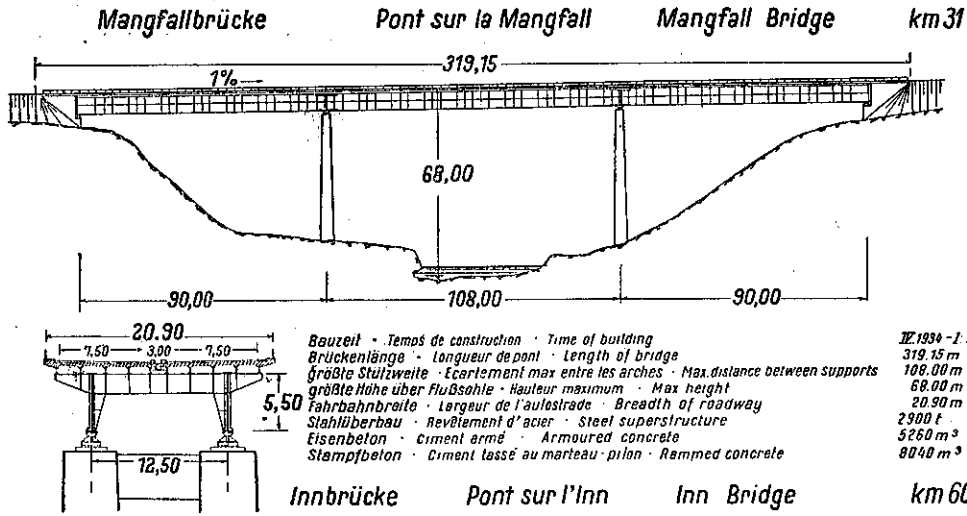
〔第5讀會〕：議題 IV. Recent points of view concerning the calculation and design of bridge and structural engineering in reinforced concrete が報告討議された。Dr. W. Petry が總括報告し a) Walled structures に就ては Dr. U. Finsterwalder, Dr. Nemenyi 外 4 名、b) Wide-span bridge に就ては Dr. Pistor, Dr. M. Wilson 外 12 名の討議があつた。

〔第6讀會〕：此の讀會は參會者の準備した随意的論文を發表する爲に用意されたものである。Mr. Howard は米國に於ける代表的の橋梁を説明し、Mr. Bylander は米國に於ける特殊建物を紹介した。其の他鋼及コンクリートの道路橋或は鉄道橋に關するもの、建物に關するもの、特殊材料に關するもの、施工方法に關するもの、試験裝置に關するものが合計 19 名の講演者によつて發表された。

10 月 6 日 此の日には第7讀會と第8讀會が開かれた。

〔第7讀會〕：議題 V. Theory and research work on details for steel structures of welded and riveted construction が先づ上程された。此の問題に就ての報告者は甚だ多數であつた。L. Cambournac が總括報告者となつた。討議者も甚だ多數に達し (17 名) 理論的及實驗的研究討議の興味あるものゝみであつた。次いで議題 VII. b) Application of steel in hydraulic construction が報告討議された。Dr. Klöppel が總括的に報告し Dr. Th. Becher 外 7 名の討議があつた。

圖-2.



[第 8 讀會]: 先づ議題 VI. Concrete and reinforced concrete in hydraulic engineering. (Dams, pipe lines, pressure galleries etc.) が報告討議された。Prof. F. Campus が總括的に研究結果を報告し Dr. G. Krall 外 11 名の討議があつた。

次いで第 2 讀會に於て討議未了となつた議題 II c) Adoption of high-tensile steel, II d) Influence of concreting and dilatation joints. の討議を続行した。討議論文を用意せるものは計 10 名である。内 7 名が議場に於て発表した。

10 月 7 日 此の日には第 9 讀會が開かれた。此の讀會を以つて總ての議題は討議し盡されたので Krolloper に於て總會 (Schlußsitzung) が開かれた。

[第 9 讀會]: 此の讀會では議題 VIII. Research concerning building ground が討議された。Dr. Ritter が 4 つの研究報告の結果を總括報告した。此の議題も亦甚だ興味を以つて迎へられ討議論文を出したものは Dr. Fröhlich, W. S. Housel 外 18 名に達した。然し實際に議場で発表せるものは 13 名であつた。

[總會]: 9 讀會を總ての問題が議し盡されたので總會が開會式と同様に Krolloper で開かれた。Dr. Todt は閉會を宣し今回の會議の盛大で有益であつたことを喜び參會者が會議に寄せた好意に感謝した。Dr. Rohn は學會を代表して獨逸側の努力に多大の感謝の意を表し次の 1940 年の會議の議題、場所及時日は確定次第一般會員に速報すべきことを述べた。次いで Generalsekretäre の Dr. Karner 及 Dr. Ritter は各の分擔に従ひ豫て論說委員によつて作製された各議題の結論(案)を朗讀報告し總會に諮つた。殆んど其の儘總會の承認する所となつたが議題 I. の結論(案)に於て討議に於て述べられた如く鋼の plasticity の影響特に不靜定構造物に對する影響を増補すべきこと議題 III の結論(案)の 4. に於て構造物の種類によつて考慮すべき點のあることを追加すべきことが提議された。之等の提議は最終報告に於て充分考慮されることとなつた。最後英國の代表者は 1940 年の會議は London に於て開催さるべきことを希望し英國はあらゆる便宜を惜まざる旨を述べた。

10 月 8 日 會議の參會者一同特別列車により Berlin を出發 Dresden に向つた。Dresden 市役所を訪問し市内及近郊の巡歴後 Siebenlehn に於ける自動車道路の工事に伴ふ Muldenbrücke を見学した。

10 月 9 日 Dresden を出發一部自動車道路を進み壯大なる Göltzschtalbrücke を眺め工事中の Saalebrücke を見学した。Bayreuth から再び特別列車で München に向つた。

10 月 10 日 München より完成せる自動車道路及アルプス國道を通つて Berechtsgaden に行き特別列車で München に歸つた。途すがら Mangfallbrücke, Innbrücke, Prienbrücke, Talübergang Bergen を見学した(圖-2 参照)。

10 月 11 日 此の日閉會式が München の Kongreßsaal des Deutschen Museums で行はれた。Dr. Todt 閉會を宣し Bayern の大臣 Wagner 及 Dr. Rohn の挨拶に次いで各國代表の挨拶があつた。筆者も日本代表として日本技術者が此の學會及會議に多大の關心を有すること及次回の會議より相當の論文提案のあるべきことを述べておいた。

閉會式後獨逸側の好意により München の名所舊蹟を面白く巡歴することができた。

3. 議題の結論*

次の各議題の結論は論說委員會で纏められ總會に提案されたものである。

* 本議題結論は堀越一三君より原文(獨文)の儘報告せられたものであるが當學會に於て邦譯したものである。

議題-1: 鋼構造物, 特に不静定構造物の設計に於ける鋼の靱性に就て

(Die Bedeutung der Zähigkeit des Stahles für die Berechnung und Bemessung von Stahlbauwerken, insbesondere von statisch unbestimmten Konstruktionen.)

(1) 構築用鋼材で造つた構造物或は部材の安全度を考察するには、一部プラスチックな状態に達した後増加する荷重を受けた場合の平衡と変形をも研究する必要がある (Kist, V. Kazinczy)。この場合、支持力従つて安全度は部材や桁の断面の形によつて特種の影響を受ける。構築用鋼材(銲接又は熔接)の各部に一樣に力が傳はると云ふ普通の假定は鋼の靱性に依つて始めて説明がつく。

鋼構造物の安定及不安定な平衡状態を研究すると、従来の靱性理論の意味に於ける材料のプラスチックな反応(靱性)に對して、プラスチックな状態(降伏)の現はれるのは、局部的な応力歪の状態に依るものであると云ふことが分るであらう。即ち降伏現象は応力分野の形に關係して居り、又それと連絡して突飛な降伏が現はれる。(Kuntze, Prager, Thum 及 Wunderlich)。抗曲棒及アイバーに就て最近行はれた實驗によれば (Rinagl), 応力分野が一樣でない場合には降伏點が非常に高まると云ふことを、色々の實驗結果の證明に用ひるべきであると云ふことを示してゐる。又鋼の上位の降伏點は材料の重要な特性であると云ふことが分つた。之は今迄の引張試験に於ては明確に決定することが出来なかつたものである。彎曲に於ては断面形状には無關係に上位の降伏點が現はれる (Rinagl)。突飛な降伏は上位の降伏點の影響によるものである。尙靱性理論が進歩すれば、靱性の範圍内に於ける各部の応力並に変形状態の觀察が完全に出来 (Ros-Bichinger), 最高応力が一番重要な價值をもつてゐると云ふやうな見解を放棄するであらう。現在の疑問を解くために尙一層の研究をやるつもりである。応力が一樣に分布されてゐない場合及種々の大きさの応力状態の場合の構築用鋼材の靱性を静応力並に交番応力に對する材料試験をやつて正確に知らうとする方法は目下研究中である (Kuntze, Rinagl, Ros)。

(2) 従来の靱性理論並に新しい降伏條件は安定問題の解決の參考になる(備心圧力)。觀測方法が新しく (Fritsche) とも、古く (Jezek) とも同様な單一な結果を得た。新しい降伏條件は目下の試験結果と非常によく似た結果を示してゐる (Fritsche)。

(3) 零から或極値まで増加する静荷重の場合は、断面一定の連続桁について明らかにされた (簡單で正確な説明は Maier-Leibnitz, Stüssli)。實驗から決つた根本法測は 2 つの降伏條件と共に更に研究されてゐるが、實際にいくらの強度が出るかを定めるには簡單な方法を用ひてゐる。

(4) 動荷重に對しては未だ研究されてゐない。理論的な原理は (Maier-Leibnitz, V. Kazinczy H. Bleich) 新しい知識に基いて證明すべきである。

(5) 大きなアンダーカットのない鉄桁について疲試験をやつた結果 Bleich の主張の正しいことが分つた。Bleich の主張とは、等径間の連続桁の殘留変形は、非常に多くの回數 (700 000 回) の繰返し荷重をかけた場合にも又交番荷重 (V. Kazinczy, H. Bleich) をかけた場合にも、ある一定の極限値に達すると云ふのである。更に研究 (Klöppel) は続行中である。

(6) 之迄の研究は支臺の沈下の影響を考慮したが、之は大抵の場合無視しても良いように思はれる。

(7) 不静定構造物の場合には、応力を一樣に分布させる上から抗圧材の寸法に關しては、之まで用ひて來た計算方法に制限を加へる必要がある (V. Kazinczy)。一般の場合には、假定を尙詳細に研究しなければならぬ (Krabbe)。

議題-2. 設計者の見地より見た鉄筋コンクリート構造物の応力と安全率

(Beanspruchungen und Sicherheitsgrad im Eisenbetonbau vom Standpunkte des Konstrukteurs.)

(1) 彎曲を受ける鉄筋コンクリート断面の計算の場合には、破壊が鉄の降伏點で決まる鉄筋量の少い断面の第 1 の場合と、コンクリートの圧縮強さで決まる第 2 の場合とに分けて考へるべきである。第 1 の場合には、合成断面が龜裂を生じた状態の場合に適用される Navier の彎曲論に従つて、又は破壊状態に於て適用される平衡條件に依つて、内力の抵抗偶力の臂の長さ従つて抵抗モーメントを計算する。けれども 2 つの計算法は少し異つた抵抗モーメントを興へる。しかし従来の計算法を幾分か變へようと云ふ提案は全く提出されてゐない。

2 つの場合を分けるところの補強の限界が現在の研究で決定せられれば第 1 の場合はこの限界値迄擴張し、これまで一般に用ひられてゐた簡單な計算法はこゝに於ても亦応用し得る。

破壊に對して圧縮強さが支配するところの第 2 の場合には抵抗モーメントは平衡條件のみからは計算出来ない。従

つて慣用計算法はこの場合には正確な安全率を與へない。材料を更によく利用し又2つの場合を分つ補強限度を計算するために新しい方法が推薦された。之に依つて抗圧鉄筋と桁に傾斜をつけることを出来る限り避けて構造物の形をより良くする。

軸力を伴ふ彎曲の場合に對して今日一般に用ひられてゐる計算法も安全率を正しく與へない。諸威の鉄筋コンクリート示方書の設計の意見の中に實驗を基礎として目的に適する計算方法を作るべきことが述べられてゐる。

(2) 屢々繰返し応力(一次応力)を受ける無筋コンクリートの抵抗強度は、圧力、張力及彎曲の場合には普通の破壊試験の際に現はれる強度の約半分を取る。

(3) コンクリートの引張強さは立方体強さと並んで構築材料の第2の重要な指標であつてコンクリートの品質(立方体強さ)、粒度、セメント含有量、水セメント比などに關係する。コンクリートの引張試験は鉄筋コンクリート桁の曲げ引張試験に比べると餘り信頼出来ない。

(4) 物理学的根據に基いて、實驗に依つてより廣く研究しコンクリートを改良してより有效なものにしようとする E. Freyssinet の意見が提案されてゐる。その方法の根本思想は、彎曲によつて起る引張応力のみならず剪断力によつてコンクリートの中に起る引張応力をも減少せしめるか又は全く取除かうと云ふことである。それには始めに適當な高い初応力を考へて置けばよい。コンクリートに僅かの時間の間に高い強度を與へることは可能であるからその僅かの時間の間にコンクリートを壓縮し且つ熱するのである。こういふ風に製作したコンクリートの特質を研究することが推薦された。

(5) 高級鋼は鉄筋コンクリート工に於ては期待にそむかなかつた。その長所は許容応力を市販の構造鋼 (St. 37) の場合の 1200 kg/cm^2 からその降伏點コンクリートの品質に從つて 1800 kg/cm^2 まで(特別例外の場合にはそればかりではなく 2200 kg/cm^2 まで)も引上げ得ると云ふ點である。主として靜応力を受ける床版桁は 1800 kg/cm^2 を許容応力として賣出されてゐる St. 52 で以て、最小立方体強さ 225 kg/cm^2 の假定の下に、 1200 kg/cm^2 の St. 37 によるのと同じ龜裂に對する安全度を以て製作出来る。矩形断面を有する版の場合には動荷重の場合にも St. 52 と最小立方体強さ 225 kg/cm^2 とを取ることによつて応力を 1800 kg/cm^2 まであげることが出来る。之に反して床版桁の場合には只 1500 kg/cm^2 までしか上げられない。許容応力が高められると構造上に數々の利益を生ずる。

(6) 拱の場合の所謂薄板重合せコンクリート打法の手本に從つて建築に於ても又例へば天井、水槽等には構造目地を踏め作ることを推薦する。それは築造中少くとも數週間はあけたまゝに残して置きその後コンクリートを打つべきである。しかしその他に残して置く伸縮目地があつてそれによつて構造物の各部分が永久に分離され、その構造物に必要な変形をなし得る様になつてゐる。

議題-3. 熔接鋼構造物の場合の實際問題

(Praktische Fragen bei geschweißten Stahlkonstruktionen)

(1) 電氣熔接は巴里會議以來各國で夫々大層發達し、多くの鐵道橋や街路橋が熔接構造で出来た。各國では夫々の力相応に熔接に關する政府の規則が定められた。

(2) 之までの經驗によれば、炭素含有量が少く且他の金屬と合金になつてゐない構造用鋼材が材料工学の上からは一番完全に熔接に適してゐると考へられる。高級鋼の場合にもその合金の際に熔接に依つて脆くもならず又龜裂も入らない様に合成せられてゐると云ふことが信ぜられるならば、之までの經驗に従へば同様に不安はない。

(3) 熔接結合によつて作られた構造物は表面が美しい印象を與へ又美しい形のものを作ることが出来る。

(4) 熔接構造物は一般に同じ強さの銲結構造物より、15~20% だけ重さが軽くなる。構造物的一部分、例へば強い応力を受ける支承、ラーメン等は熔接によると良く出来る。

(5) 一般に次のことが云へる。熔接は工場に於ける組立に非常に念を入れ且つ工事監督を絶えずやる必要がある。熔接の良否は主として熔接職工の技倆によるから絶えず練習をさせ又監督をすることが必要である。收縮応力を最低限度まで制限するためには非常な熱練が要る。之は殊に現場継手の組立に對して云へる。

(6) 實驗室に於ける試験の結果、疲れ限度に關しては銲合接手は閉肉接手に勝つてゐると云ふことが證明される。同じ様に實驗室の試験の結果と實際の經驗とに依れば銲合結合は適當に施工せられた場合には、少くとも普通の銲結合の疲れ限度と同等である。同じ様な高い疲れ限度の熔接工形桁は腹版と突縁との結合に各種の接手を用ひて得られる。

(7) 接合角が腐を取のけた後に熔接され、又母材の接目が徐々にせばまつたのを熔接の際に引き擴げて熔接されたならば衝合接手の疲れ限度は根本的に高められる。前面隅肉熔接の場合と側面隅肉熔接の場合とは連続隅肉熔接の場合よりも疲れ限度は根本的に劣等である。こう云ふ場所では母材に於ても許容応力を低下しなければならないことになる。動力的に荷重を受ける構造物は断続熔接と溝熔接とはさけねばならない。隅肉接手の場合には底の中まですつかり熔接することはこの外重要である。故に隅肉熔接の場合には 3~4mm の太さの熔接針金を用ひて、前以て熔接して置くことが推薦される。母材の上面に於て段々に熔接して行くことによつて、前面隅肉熔接の場合及側面隅肉熔接の始の場合の疲れ限度を根本的に高めることが出来る。

(8) 熔接の際の熱によつて現はれる収縮応力は、構造部分が収縮を伴はないならば重大な影響を及ぼす。單に静応力の場合には、この温度応力は一般に材料のプラスチックな反応に従つて、構造物の安全度には重要ではない様に思はれる。廣く實驗した結果、熔接桁の曲げ疲れ限度の場合には、高き収縮応力は構造物の総接手に對して危険はないと云ふことが分つた。

分り切つた事だが、収縮応力は構造物が適當に変形すれば減ずるし又熔接施工の順序を適當にすれば特に減ずることが出来る。

(9) 鉸桁の突縁は薄い断面を何枚も用ふるよりは、厚い断面の方がよい。

(10) 大へん重要な衝合接手は X 線で検査することが推薦され、総接手は任意の一部を初取つてやる試験方法で検査せねばならぬ。継目の高さの一部分から順次熔接して行くと、その間に始めに熔接した所に収縮龜裂が出来るから、厚い衝合接手は X 線で検査することは大へん望ましい。又電流を流す方法も特に総接手の場合に上の面に近いところの隙間の検査によく適當してゐる。機械的試験方法は衝合継目の探究には殆んど應用されない。

議題-4. 鉄筋コンクリート、建築並に橋梁の計算及構造に對する新しい觀點

(Neuere Gesichtspunkte für die Berechnung und Konstruktion von Eisenbeton-, Hoch- und Brückenbauten.)

(1) 拱橋の徑間を増大せしめんがために拱軸の形、慣性モーメントの變化及許容応力について念入りに考究せられた。モーメントをより良く調整し張力をさけようとする事は可能である。こう云ふ状態は拱、支承及地盤の弾性的及殘留の変形を考慮しなければ達せられない。この目的のために拱の彈性率を時間と拱の施工の際の状態との函數として知られねばならない。拱の断面が箱型の場合には拱腹に生ずる都合の悪い 2 軸方向の応力状態に特に注意するを要する。

拱橋工事の進歩は今後大きな徑間に對する軽くて形の狂はない拱架が得られるか否かに懸つてゐる。實際的に効果のある方法は、拱架を拱の自重の一部のみを以て荷重し拱に変形状態を得せしめることである。その変形状態を明瞭にすることが必要で、それによつて始めて安全度を正しく批判出来る。

(2) 豫め鉄筋に張力を與へて置く方法は、桁橋に對して新しい可能性を與へた。それによつて今日の橋に比すれば自重が少くて徑間の大きなものを作ることが出来る。こうして作つた桁橋は、荷重の都合の悪い配置に對しても、コンクリートには彎曲による張力は全く現れないか、若し現れても極少いかである。故にそれによつて有害な毛狀龜裂は起らなくなる。この構造法によれば自由支承助桁は 80m、自由支承構桁は約 100m、而して連続桁は約 150m の徑間まで作れる。前以て張力を與へられた鉄筋が吊構の形に配置されると、自重のみの場合には中心軸圧力だけしか現はれないことになつて大変都合の良い關係になる。この新種の鉄筋コンクリート桁橋が始めて實現した。この橋が 70m の徑間で工事中に、その經驗からもつと大きな徑間も出来ることと云ふことが分つた。膨行と収縮との影響を取りのけるために、コンクリートの變形率について正確な知識を持つてゐることは、この前以て張力を受けてゐる橋に對しては大変重要なことである。上記の方法を採用し、吊材を自重の際には只中心軸圧力のみしか起らない様に配置し、従つてプラスチックな歪も起らなくなれば、碇着に於ける応力をも又變形率の知識なしに正しく整調することが出来るが、そうでなければ前以て引張られた鉄の応力をテンソメーター又は其の他の方法で一定に保たなければならぬ。

議題-5. 鉸結及熔接鋼構造物の細目に關する理論並に實驗研究

(Theorie und Versuchsforschung der Einzelheiten genieteteter und geschweißter Stahlbauwerke.)

巴里會議以來 銲結と熔接との鋼構造に關して多數の理論的又は實驗的な問題が扱はれた。そして色々の強度及安定の問題に關して價值ある計算的研究が發表された。例へば、銲桁の腹板の水平補剛材の問題、薄壁よりなる部材の彎曲、穿孔及挫屈、ラーメン構造の場合の格點の補剛の問題、曲つた軸を持つ桁に於ける応力等々。菱形桁の正確な計算、鋼構造に於ける型枠の應用、二次応力の計算、銲結合の疲限度の研究等々に關して興味ある研究が發表せられた。これらの研究は従來の計算方法の正確度を知り得ると云ふ優れた點を持つてゐる。完成した構造物について正確な測定を行ふと理論の正しいことが分る。模型の測定にしろ實物の測定にしろ、試験方法は大へん進歩した。測定方法も測定機械も著しく改良されたので、色んな場合に實際に應用出来るやうになつた。實際の計算法の根據を與へ又それによつて構造物に必要な知識を廣め、遂には鋼構造物を最も經濟的に且つ確實安全に作る事が出来る様にこの新しい實驗的研究方法は廣く發達させるべきである。

議題-6. 河海工事に於けるコンクリート及鉄筋コンクリート

(Beton und Eisenbeton in Wasserbau.)

(1) 拱堰堤の断面算定には現今主として單位長さの断面についての計算法に従ふ。その場合に岩盤が移動することを考慮に入れる。ひどく慣性モーメントの變化する弾性体としての拱堰堤の正確な計算は理論の上だけのもので、實際に應用するには困難すぎる。拱堰堤に實際に現はれる応力は施工の種類、構造目地の配置等によつて大變違ふ。堰堤の施工中に池が滿されるならば、堰堤への水圧の影響を種々の工事状態に於て研究しなければならぬ。

(2) 堰堤や其の他のコンクリートの龐大な構造物の施工に對しては、コンクリートを打つには強度と稠密さと同時に先づ施工軟度の良いことが大切である。堰堤工事に對しては、豫め型にはめて作つた搗固めコンクリートよりは一般に軟い大變プラスチックなコンクリートの方が良い。

氣候關係の悪い現場の經驗によれば、少くとも $250 \sim 300 \text{ kg/cm}^2$ の強度を示す程のセメント含有量を持ち、又水を附加することを制限すれば安全に凍害に耐え得るコンクリートが出来る。大量のコンクリートを打つには冷却のため龜裂が発生するのをさけるために特別の手段が必要である。この手段は急速に工事をすればする程一層重大性を帯びて来る。簡単な手段で充分な場合には出来るだけ小さな体積の鋼々の方塊に分けてやる。大掛りな工事には人工的冷却の準備をする價值がある。放熱に特別關係のあるのはセメントの選擇である。検査導坑網の配置と圧力の安全さを觀察するために孔を掘ることゝは缺くべからざるものである。

(3) 鉄筋コンクリートに於ける圧力の傳導は大きな橋とか大きな直径の管などで特殊な手段によつてコンクリートの張応力が減少せしめられてゐる時のみ問題になつて来る。堰堤工事に對するコンクリートの應用に關して上に述べた注意は船を通す様な龐大な目的の河海工事(乾船渠、閘門等)に應用する際には詳細に考慮する必要である。

議題-7 a. 橋梁及建築に於ける鋼の應用

(Anwendung des Stahles im Brückenbau und Hochbau.)

(1) 報告書や討論寄稿に現れた如く去年は橋梁や建築に於ける鋼の應用に龐大な發達を齎らした。先づ構造物の形に於ける美学的要求は根本的に高められ、それによつて鋼構造物の發達が種々の關係の中に進められた。去年出來た數々の美しい鋼橋は、力学的構造上の必要性に応じて作れば、それが美的要求にも完全に適合してゐると云ふことを示した。會堂とか展覽會場等の美しい形は鋼の特別の應用により鋼の骨組の形に於ても、鋼と硝子との美しい調和に於ても、將又何かの組合さつた形に於ても非常な進歩を示した。

(2) 構造力学上からと、更に經濟上の問題によつて制限された新しい構造物の形は理論的に大いに充實して來たと云ふことは認められないことはない。同時に例へば銲桁の安定の問題が多少とも明瞭になつたとして扱はれる様になり、ラーメンの理論的及實際的進歩と同じ様に、重要な發達をとげた。

(3) 鋼構造は昨年を於て熔接技術の應用が非常に増加したので特にもはやされる様になつた。鋼構造物は經濟的にも又美学的にも大きな長所を持ち殊に熔接構造物は一般に美的要求に適合する上に非常に優れて居り、屢々“全く雜目がない”と云ふ様な印象を受ける。多くの問題が實驗室の研究により又大規模の實際的研究によつて扱はれ解決されるようになれば熔接の發達が鋼の應用を尙廣く促すであらう。

(4) 興味ある新しい仕事は平面結構の形に於ける鋼の應用に止めをさす。平面結構は特に熔接によつて道路橋に對する軽い車道構造にも設計される。斯くして鉄の小さい橋の他の種類の橋との競争能力は熔接と軽い構造とによつ

て大ひに促進された。

(5) 鋼建築に於ては貨物大の鋼柱に荷重をかけて、周圍を各種類の材料で圍んで大げさな火災試験をやつて、場所を取らず、信頼の出来る防火手段についての問題を解決した。材料を防火手段についての資格に従つて材料の順序をきめて置くべきである。

(6) 橋とか建築とかの工事の施工に際して鋼構造とコンクリートとの結合作用は今後益々發達するだらうと云ふことは確に断言出来る。工事についての實際的試験はこれの計算方法の理由を證明し橋梁工事は鋼桁と鉄筋コンクリート車道床版との間の結合を考慮して經濟的に作られた。

同様に普通の鉄骨コンクリートの柱の鋼とコンクリートの結合作用は、特殊な計算方法の場合に鋼の許容応力を上げて差支へない程度に、充分確實なものであると云ふことが挫風試験をやつて見てはつきり分つた。

議題-7.b. 河海工事に於ける鋼の応用

(Anwendung des Stahles im Wasserbau.)

この議題の報告書と討論寄稿とから昨年於て河海工事の材料としての鋼の價値が非常に増加したと云ふことが分つた。河海工事の鋼の問題は非常に特殊性を有するけれども、一定の問題を共同して解くために、一般の鋼構造物と協力することは目的に適つたことであると思はれる。その内で腐蝕の問題が重要な位置を占め、鋼構造を擔當する技師もその屬するところの事業協會を通じて多くの觀測や試験を集めることが命ぜられた。この報告を目的に適ふやうにしらべれば、この範圍は大層進歩するであらう。之までの經驗によつて鋼矢板の錆に對する抵抗力は、それを採用し始めた頃よりは大きくなつてゐると云ふことが分つてゐる。

錆の害の防止についてはペンキ塗裝技術上並に工事材料の範圍内に於て尙一段の發達が望まれる。國際橋梁構造物協會によつて、鋼河海工に於ける錆の發生についての觀測を出来るだけ各會員から集めることが提案された。この場合各の觀測の記述は出来るだけ廣く行ふことが重要であり、又今日の我々の知識によれば錆の發生に對して重要でないと思はれる様な觀測の場合の色々の目標も申告書には落してはならない。

熔接技術は版の形で拙れに對して丈夫なものを組立てることによつて鋼河海工事に大きな利益を提供した。水密性は熔接によつて簡単に得られるやうになつたし、又鋼河海工事に於ては維持の樂な點から熔接は銲接よりも勝つてゐる。熔接河海工事の水力学的及流體物理学的の特殊な問題に關しては工科大学に於て鋼工と河海工との間に密接な共同研究が行はれるやうになつた。

議題-8. 地盤の研究

(Baugrundforschung)

(1) 1932年の巴里會議以來地盤の研究は非常に進歩して、廣大な定期刊行物の外に多くの單行書が現はれて、それらは實際家のよい指針となつた。今日の工事土地研究の方法によれば多くの場合構造物の沈下の大きさを前以て述べる事が出来る。地盤研究は近頃廣く實際に應用される様になつて來た。本會議は工科大学の課程に之を基幹せんことを推薦した。

(2) 平衡によつて調和を保つてゐる基礎面積の耐え得る出来るだけ大きな荷重を計算することが土質力学の根本問題である。凝集力の知識が明らかになつたお蔭で平衡の極限状態にある凝集力のある土質の基礎面に對する耐荷力は増大することが出来る。各方向とも限られてゐる基礎面積に對しての平衡の限界状態に於ける強度の問題はまだ完全には解かれてゐない。

(3) Boussinesqの理論とその擴張は非常に價值のあるもので、地質調査と相まつて、沈下量を豫言することが出来る。又粘土層の沈下の理論は極く最近完成し、實地に應用して効果を擧げた。

(4) 力学的及其の他の地質物理学的試験方法は進歩して地質調査に新しい道を開くまでになつた。

4. München-Hamburg の見学旅行

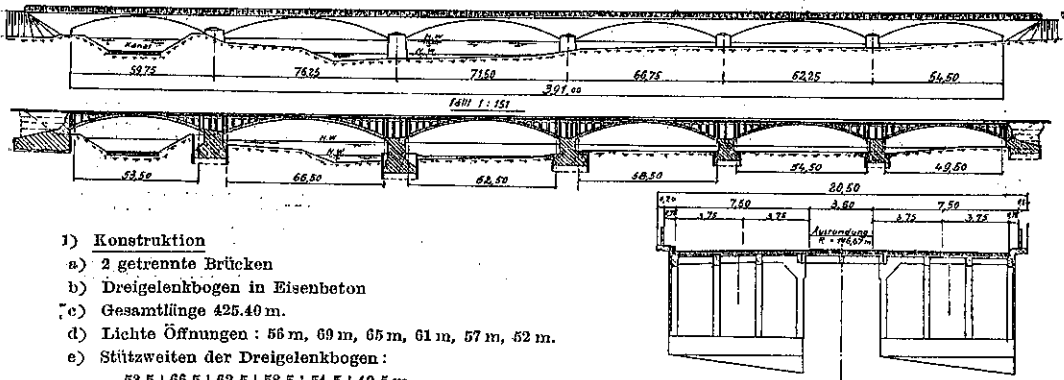
第2回萬國橋梁構造物會議がMünchenに於て閉會式を擧げ豫定通り總てのプログラムを完了して後獨逸實行委員會の計によりMünchen-Hamburg間の見学旅行が行はれた。參加したものは計數48名である。10月13

日に München を出發 Ulm, Stuttgart, Heidelberg, Frankfurt a. M., Wiesbaden, Koblenz, Bonn, Köln, Düsseldorf (Ruhr 地方一般), Dortmund, Münster, Bremen を經て 18 日に Hamburg に到着して終了した。主として自動車により Münster-Bremen 間のみは特別列車によつた。此の旅行によつて獨逸の自動車道路を充分視察することができた。7000 km の自動車道路計畫は着々として實施されつゝあつて現在運転を開始せるものは約 330 km であるが今年末には 1000 km 以上に出る豫定である。工事中のものは約 1850 km である。此の路線にある竣工せる橋梁と工事中の橋梁とを合すると其の数は約 2600 に達する。何れも鉄筋コンクリート及鋼(溶接及鉸締)の斬新なるものゝみである。全旅行を通じ獨逸側委員及各都市の好意により各方面の施設構造物舊蹟を恰く見ることができた。Zeppelin 飛行場, ライン河其の他の新舊の橋梁, ルール工業地帯の諸工場及キャナルの水陸連絡設備, Bremen 及 Hamburg の港灣設備等其の主なるものである。同時に各都市の名所獨逸の社會政策的施設等も甚だ興味あるものであつた。

此の間枚舉に暇なき多數の興味ある構造物があつたが其の内の二三を次に示す。

Neckarbrücke. Ulm より Stuttgart に向ふ途中 Neckar 河に架せられた美麗なる橋梁である。(圖-3)

圖-3. Neckarbrücke.



1) **Konstruktion**

- a) 2 getrennte Brücken
 - b) Dreigelenkbogen in Eisenbeton
 - c) Gesamtlänge 425.40 m.
 - d) Lichte Öffnungen : 56 m, 69 m, 65 m, 61 m, 57 m, 52 m.
 - e) Stützweiten der Dreigelenkbogen :
53.5+66.5+62.5+58.5+54.5+49.5 m.
 - f) Bogenstärken : Kämpfer Scheitel
- | | | |
|--|------|------|
| | 0.75 | 0.70 |
| | 0.80 | 0.75 |
| | 0.75 | 0.70 |
| | 0.75 | 0.70 |
| | 0.70 | 0.65 |
| | 0.70 | 0.65 |

Auf den Gewölben Eisenbeton-Stützen, die durch Eisenbeton wände aussen verkleidet sind.

- g) Es werden überführt auf jeder Brücke :
1 Fahrbahn mit je 7.50 m. Breite
Schrammborde von 0.75 m. „
- h) Zwischen den beiden Brücken eingehängte Eisenbeton Abdeckplatten 4.30 m. Breite.

2) **Baustoffe**

Beton und Eisenbeton

3) **Fahrbahnplatten**

Eisenbeton
Neigung : 1 : 151
quer 1 : 6%

4) **Gründung**

Pfeiler und Widerlager Beton
Zwischen Spundwänden

5) Spitzen und Kanten der Strompfeiler mit Granit verkleidet.

Karisebergbrücke. Düsseldorf より Essen に向ふ途中 Duisburg に架せられた自動車道路橋で工事中である。新設の自動車道路が他の道路及鐵道を乗越す爲に造られて居る。全溶接の鋼アーチで支間は 103 m, 材料は St 37 及 St 52 鋼重量である (圖-4~6)。

圖-4.



圖-5.

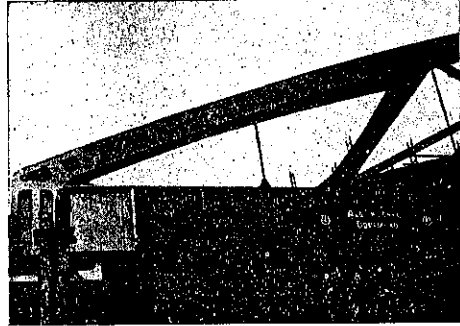


圖-6.

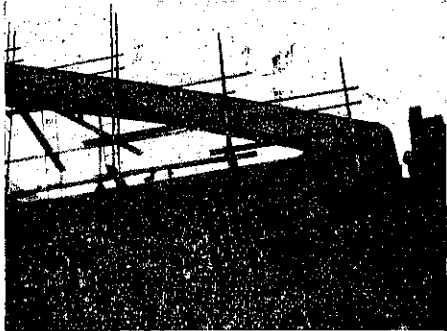


圖-7. Adolf-Hitler-Brücke



Adolf-Hitler-Rheinbrücke. Düsseldorf 附近に於て Rhein 河に架せるもので最近開通した(圖-7, 8, 9 参照)。

圖-8. 一般側面図

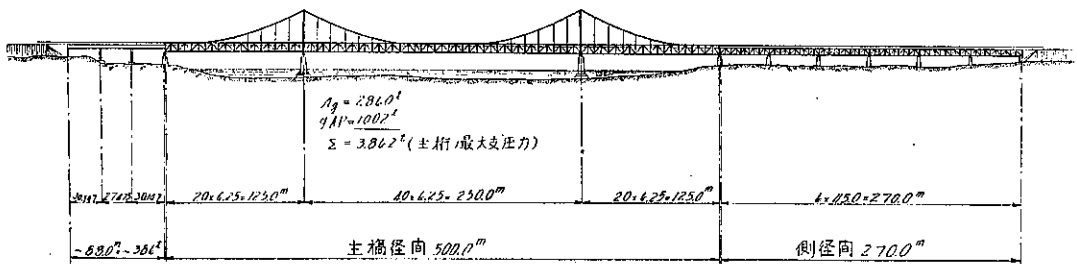


図-9. 橋梁架設順序

