

座談會 アルミニウムの構造物への應用

日本輕金屬蒲原工場の全景

會場 木挽會館 1950年2月3日

加藤 本日は十分に意をつくして自由にお話を願います。工業技術廠の井上長官は止むを得ぬ御用事でおいていただけませんでした。御承知のように戦後海外ではあらゆる工業分野においてアルミが實に活潑に使用されており、十分に技術的・経済的根拠の上に立っているのです。この趨勢を日本にもとり入れなければならぬ。この意味でわれわれの研究所に AURC が設立され日本の技術の発展にお役にたちたいと考えております。安田さんからアルミの問題全般についていろいろお話をうかがいたいと思います。

日本のアルミ工業

安田 日本のアルミは戦前はまことに微々たるものでしたが、戦争中には相當量造りましたことは皆さんご存知の通りです。第一がアメリカ、その次がカナダであり、ドイツであり、日本であります。結局第4番目の生産量を出したレコードを持っています。悲しいかな終戦時におきましてはボーキサイトによる生産というものは殆どやつていなかったといつてよいくらいの状態を終戦になりました。當時は單に飛行機というものに直結してアルミを考えておりましたが、しかし私は第二次歐州戦争前の世界のアルミの市場の状況からしますと、絶対に平和産業に大いに

寄與すべき点があるという考えをもつておりました。たとえばアルミ製錬は許されないという一應のレコメンデーションが出ましても、なんとかしてこれを再開しなければならぬ。是非とも日本においてアルミを製錬すべきである。と申しますのは日本には設備がある、技術者が深山いる、電気の價格にしても外國より安く、またボーキサイトを入手するにしても地理的に有利である。また日本の器用な加工業をもつて日本の輸出貿易を有利に展開すべきであるという信念を持つてやつておりました。たまたま一昨々年の暮にアルミ工業を日本において起すということは將來の日本の貿易の転尻を有利に轉換するものであり、日本にある製錬設備9万トンは再開してもよいではないかという勧告も出まして、同時にボーキサイトの輸入を許されるということになりました。そうして一昨年の4月にボーキサイトが入り、ここに終戦後はじめてボーキサイトによる製錬をはじめた次第です。それでわれわれとしては、いかにして世界のアルミの價格と競争して行くか。もちろん生産は非常に小さい、生産設備の何分の一という量でありながら、その生産價格を安くしなければならぬという立場にある。そこで輸入の補給金、價格差補給金を政府に懇請して、昨年の3月まではアルミ

適當りの兩方の補給金を合せて2萬圓～2萬5千圓出してもらいましたところが各産業は自らの力をもつてやらなければならぬというドッジラインによつて、われわれの産業も竹馬の足を第一に切られました。私はいさぎよく切られるが次のスラップとしていわゆる産業の合理化ということに邁進しました。つまり昨年3月のアルミの公定價格が15萬圓、實質的にはそれに2萬圓から2萬5千圓の補給金が入っていましたから、17萬5千圓から18萬圓していたものを昨年9月から13萬圓でこれを市場に出すといつところまで滑ぎ交けたわけですが、これをもつて考えますと、ちょうど昨年3月におけるアルミの送電線と銅の送電線との價格を比べますと、アルミの方が1割乃至1割5分高かつたのが昨年9月以後今日ではアルミの方が1割乃至1割5分安いといつところまで参りました。銅も同じように補給金が取られてしまつたので、眞鍮に対しては完全に價格的に競争しうることを申上げたい。

アルミと鐵鋼の競争

また鋼にしても今年10月以降になると殆ど補給金がなくなるので、そうなれば薄鋼板とも完全に競争しうる見込です。皆さんも御承知の通りアメリカにおいて終戦後薄鋼板の

不足の問題を契機として、アルミが各産業に使われるということは非常に勢いをもつて進んで参りました。アルミの不足ということばかりでなく、セイムフーティングにおいて競争していたということがアルミの発展を促したのであつて、日本の終戦後のアルミはそういう意味で競合できない条件におかれていたために立ち遅れました。これをお使いになる方でも價格的には相當無理をしなければならぬ状況になつておりましたが、幸いにして安くすることができまた一方鐵も上つてくるという状況になりましたので自由なセイムフーディングの競争ができるのではないかと考えている次第です。次に生産の量になりますが、昨年の生産実績と 25 年度の大體の豫想(90 頁「アルミ業界の展望」参照)を申し上げますと…6,7 年後には 8 萬トンの線に持つて行きたいと考えております。なんと申しましてもここで足許を固めてニューデベロップメントフィールドに持つていかなければ次のステップに進めないと考えます。私共輕金屬業界としまして、今後新しい問題につきまして十分御援助願いたいと考えております。

加藤 伊藤さん、安本としての立場からこの問題を。

伊藤 今年のいちばん問題になつて居る産業合理化とからみ合せて申し上げます。単一爲替レート設定によつて國際價格というもの一つの大きな努力目標となつてきたわけですが、從來の封鎖經濟時代ですと、物量統制によつて國內的なアウトワーク産業であつて、どのようなコストであつても一つの産業を成り立たすということが考えられたわけですが、不完全ながら単一爲替レートの設定されたということが一つの大きな問題です。日本の産業がいかにして國際競争力を持ちうるかということについて、一つの方法は資本の集中による生産性と勞働生産性の向上ですが、これはなかなか困難でしょう。というのは最近向うの Research and Program に出ていたが、日本の合理化は過剰設備を切るべきだ、アメリカでは戦後 100 億ドルの設備を廢絶化した。日本でもそれくらい

やらねばいかんというような話がありました。ところが資本蓄積の少ない、そして収益力の十分でない企業からなる日本經濟ではそういう大膽な手段はなかなか取りえないのです。つまりアメリカの 100 億ドルと申しますと 3 兆 6 千億圓、わが國の國民所得 1 年分を上まわる分の設備のスクラップ化で新しい合理化を進めたというわけですが、一面もう一つの障害が膨脹的人口群と申しますか、社會問題にからんでくるのです。この資本不足と人口過剰との間においていかなる合理化の方向を見出して行くかということになりますと、かなりの程度のまたチープレーバ

體トン當り 2 萬 2 千圓であつたのが今年の 1 月には約 3 割上り、それからその際にまだ補給金がトン當り 1 萬 2 千 5 百圓ついているので、ほぼ 4 萬圓見當、さらに今度輸入鐵石、石炭の補給金が外れて價格が上り、スクラップの價格がそれにとりなつて 7 割の線まで上るとなると、1 萬 1 千 6 百圓見當で大體 5 萬 9 百圓見當、そこでアルミはどうかということと大ざつぱらに比べて 15 萬圓見當で製品ができなければ競争にならないのぢやないか、これは消費材の方面ですけれども、生産材についても日本の鐵鋼に相當するアルミだということではやはりまだアルミが素材工業として日本の機械工業に十分な使命を果しえないのではないか、日本の鐵鋼は少くとも西歐諸國との競争において勝つたためには特殊な場合を除いてははずさない。それよりも安くなつて初めて勞働生産性の悪い日本の機械工業がアルミの上につて國際市場にのり出すことができるのです。自動車にしても、自動車工業會の専務理事が最近インド、シヤム、ビルマ、タイを回つてこられての話では、いちばん重くていちばん信用のないのが日本の自動車である。國內で考えていたのと目の當り見たのとでは大變な違いだということでした。いちばん不利な鐵をいちばん餘計使つて、これで國際競争ができるわけがないのであつて、日本の特殊性に基いた素材というものが考えられなければならぬ。そういう意味でアメリカで鐵を使つているものは日本でも鐵という程度でなく、やはり日本の特殊事情においてアルミが遙かに有利である。或は特殊鋼をもつていかなければならぬということになれば、そういう素材の上に日本の機械工業がのちなくちやならない。そしてまた日本が産業構造の高度化と申しますか、單なる原始産業或は輕工業におきましてはこの膨脹的人口群は養いえないのであつて、機械工業化ということが好ましい生きる途であるわけですから、それにはやはり國際競争のできる機械工業が乗りうる素材を供給して行くということを考えなければならぬ。そこで技術的な問題と、それからコス

産 業 會 出 席 者

生 研 AURC 幹 事	加藤 正夫
監 査 長	安田 幾久男
經 済 安 定 本 部 事 務 官	伊藤 長正
生 研 AURC 會 員	政 授 山 縣 昌 夫
"	政 授 福 田 武 雄
"	政 授 増 野 實
"	政 授 坪 井 善 勝
"	政 授 星 野 昌 一
"	助 政 授 澤 井 善 三 郎
"	政 授 池 田 健
"	助 政 授 淺 原 照 三
"	助 政 授 安 藤 良 夫
"	師 範 中 村 康 治

(發言順)

一ということが大きな要素にならざるをえないが、アメリカその他の高度の機械化された勞働生産性に對抗するには素材におけるハンディキャップを除くということが考えられなければなりません。しかるに日本の鐵鋼というのはまず鐵鋼自體の設備が資本蓄積の不足から十分に合理化しえないという點もあるし、もう一つはやはり原料の入手条件という點から左程下げ得ないのぢやないかと思ひます。一體鐵鋼が補給金を廢止していくらになるかということが大きな問題です。これが作用する要素は非常に多岐にわたるので、正確な豫測というものはできませんけれども、まずいちばんにアルミが差當り競合するのではないかということ推定して考えてみますと昨年 9 月大

トの問題、これをからみ合わせて今後アルミのあるべき地位を早く得て日本の機械工業が不利な鐵鋼に取って代つた素材の上に乗って競争して行つてほしいと考えています。今日のような會においてそういうような點を支持していただくということは日本産業のため非常に好ましいことだと考えます。

加藤 鐵とアルミの競合の問題ですが、これを技術的に如何に解決するかということがわれわれの目的の主眼點になるかと思ひます。アルミ板に付きまして鐵との競合をするためにはトン 15 萬圓ぐらいにならなくてはならぬということになると、これは地金の現在の價格をもう少し引下げていたゞかないとちよつと困難ではないかということも考えられます。

安田 伊藤さんのお話に反駁するわけではないのですが、15 萬圓ということについてちよつと申し上げたいのです。實はアメリカあたりでも板の厚さによつてちがいますが、大體ポンドあたり 23 セント前後すなわち 18 萬 4 千圓程度です。われわれのフィリピン向け輸出價格は 3S 板で 18 萬圓ですからこれは國際市場價格です。實際にお使いになるところで新しい材料だというファクターによつてマージンが多くなる。このために高いものになるということがあります。これだといくら努力をして地金の基本線を市場價格で抑えても駄目です。日本工業も市場價格で行かなければならぬということを主張しているのですが。

伊藤 唯こういう點も考えていただかなければならぬと思うのは、鐵はとにかく補給金で資本蓄積をやつたのです。今度日本鋼管は 3 億でやつていますが、1 億は借りて、2 億は補給金を貯めて社内留保をやつている。従つて 62 ドルぐらいでダンピングをして輸出しております。ところがアルミの方は今までに裸になる一方ですから、これから先どのくらい経つたらダンピング出来るか、ダンピングによる競争力は遙に鐵よりも弱いのではないか、その點も今後アルミが伸びて行くのに不利な條件ではないかと思ひます。

アルミの新用途の開拓

加藤 では次にアルミの新用途を開拓していく上に實際問題としてどういうふうにしてやるか、安田さんどうお考えですか。

安田 一番こゝで問題になりますことは一時にいろいろの面に使われるということと地金から先の加工の面においてもいろいろの種類のもが一時に殺到しても、なかなかむずかしいもので、同じサイズを多く使える面から入つて行きたいという考えを持ってあります。造る方はある程度の量が溢まらないと型なりロールの組換えなりいろいろのことがありますから、

加藤 そうですね。サイズの問題それと同時に合金の問題、これもできるだけ種類を少なくする必要があります。使う方もその方が便利ですし、また製品過数の約半分のスクラップが加工工場の中を回轉しますから、この點については私も金屬屋としては、はじめから慎重にスタートしたいと考えています。現在船舶の方ではアルミを使うということが非常に具體的に取り上げられており、これは昨年度の大きな進歩でありまして、本年度においては更に建築或は橋梁、車輛という方面においても具體的な委員会が設置されて急速に具體化する必要があるのではないかと思ひますが、それにつきましてもちよつと今船舶の方で型材の規格を決めてあります。それにもなつて同じようなサイズを使う橋梁の方面におきましても、早急に歩調を合せてそれを具體化して行く必要があるのではないかと思ひます。まず船の方の問題につきまして山縣先生からどうぞ。

船 船

山縣 船はほかの交通機關とよほど趣きを異にした點があつて、いちばん大きな點は國際性が強いことで海上で直接外國の船とはげしい競争をしなければならぬ。現在では國際性を喪失している日本の海運ではありますが、おそろく近い將來に國際性が出てくることを希望もし、見透しも持つておるのです。戦争前には

日本の船は世界の最高水準に近いものでした。最近の外國の文献を見たりまた戦後できた外國船が日本に参りますと同時に外國から注文を取つて日本で船を造つて輸出するという問題がおこりました。それで痛切に感じたことは戦後日本で造る船の性能が外國で戦後造られた船に比べて非常に劣つてゐるということでした。そのうちで最も大きなファクターとしては、船が重くできるということです。船の構造によつて違いますが、大體船の比重が 1 割乃至 2 割外國の船より重くできる。したがつて輸出船でもいろいろのトラブルがあり、結局船の注文を安く取らなければならぬということになつたのです。一方國內船につきましても同じであります。

一體なぜ日本の船が重くできるかということについてはいろいろの原因はありますが、外國船は非常に廣範圍にわたつて電気溶接を使い、またアルミ合金を使つている點で比較されると思ひます。われわれとしましても新しい輕合金を使いたかつたのですが、いろいろの事情で最近まで使うことができないでいました。一體船が昔からだんだん進歩してきたその跡を考えてみますと、船に積みうる荷物の一定量に対する船體の重量を輕減することであつたといえます。これは使用材料面から申しますと木船から鐵船、鐵船から鋼船になつた。これらはいずれも船を軽く造るという努力の結果でした。もちろんその間に價格の問題がからんできました。木船から鐵船に代るまでには相當な時間を経過しております。つまり一般には鐵船は鐵が安くできるまでなかなか造れなかつたわけですが、われわれがアルミ合金を船に使うということを試みたのは約 20 年前で特に海軍ではそのころすでに輕合金を使つておりますが、これはいずれもジュラルミン系統であつたために腐蝕がひどいというので殆どその後あまり使われておらなかつた。ところが戦後、ヒドロナリウム系のアルミ合金がどしどし外國で使われ、是非われわれもやつて見たいというので先程お話の出ました委員会を昨年つくつて徹底的に研究し、材

料の値段ばかりでなく工作の面その他でアルミを使つても採算がとれるような船を造らうというので努力しているのです。これにはいろいろの事情もありまして、たとえば労働問題が非常にやかましくなつて、船員の居住區がオープンエアに面していなければならぬことになりました。従つて昔の船に比べて段々上の方に、2階3階と積み重なつて行くのです。アルミで造つた船というのは、積載荷重をふやすということも問題ですが、これと同時に重心を下げるということに役立っているわけで、現在の段階において上を高くするた

めには是非共にアルミを使つて重心を下げなければいかぬと考えております。私自身海上保安艦の船の設計に関係しておりますが、あゝいう船でもどうしても重心が高くなつて動きが取れぬことになつて来る。従つて安定性をよくするために船の幅を擴げて行くようにして坐りをよくする。そうすると建造費が上り、また船の性能が落ち、

コンサンプションがふえるということになつてくる。そこでアルミを上甲板構造部に使いますと重心が下つてくる關係で船の幅が狭くなります。當然建造価格は下る。しかもその船の推進性能が非常に好くなる。また船自身の火災ということから考えると、ぜひ室内の壁、テーブル、椅子等を不燃性のものになければならぬ。最も好い例は救命艇ですがこれは従来木製でしたが、これを金属にしなければならぬ。これらに對してアルミを使えば重心が上らない。それから船の特殊事情としてはアルミは非磁性だからコンパスの修正がいらなくなつて船の航海にも非常に安全性が増す。以上を綜合してぜひ外國で戦後造つている程度或はそれ以上にアルミ合金をわれわれは

使おうということを進んでいるのです。エイドファンドを使ひまして第五次船はすでに起工している船もありますが、これらの船はある程度アルミ合金を使うということまで進んでいます先程も加藤さんから話がありましたが、板の規格、或は型材の規格、これもどしどし委員會で決めつゝあるのでありまして、おそらくその委員會で決つたものは國の規格になるのだらうと思ひます。ぜひ各方面の御協力を願つてアルミの規格を完成したいと思つております。

加藤 われわれ金屬屋として

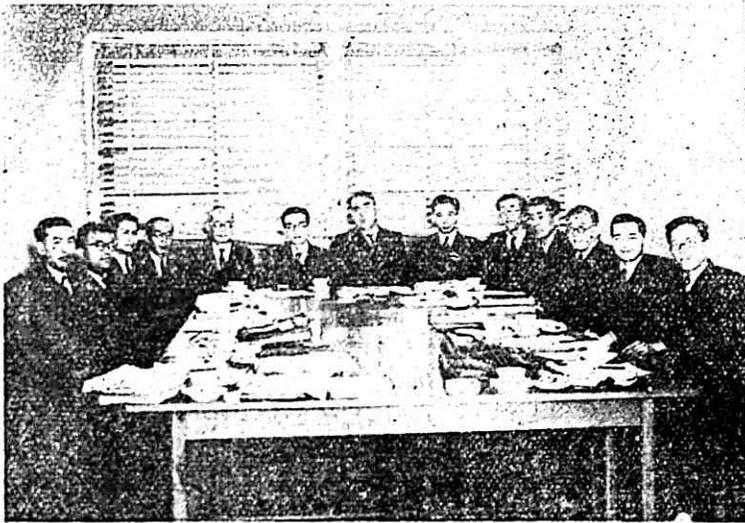
特に信頼性が大切です。同じヒドロナリウム合金でも外國と日本のとは違ふのではないかという御心配は無用にするよう努力しています。(笑聲) 次に船と大體同じサイズを使えるアルミの橋梁も早い機会に具體化したと考へるのですが、その必要性とか可能性とかについて、それに對する設計基準を着々進めておられる福田先生にお話願ひます。

橋 梁

福田 アルミの橋が可能であるかどうか、これは價格の問題が主要素だと思ひます。それについてアメリ

カの例を調べて見ますと、これは地金の費用、それから製作加工、運搬、架設全部をひつくるめて、單位重量當り 14S 合金で珪素鋼の 3.6 倍、炭素鋼の 4.1 倍という數字が出ております。日本での價格を調べて見ますと、大體鋼の方の加工、製作、運搬、架設、これは狀況に依つてちがいますが、大體適當り 8 萬圓ぐらい

ですが、鋼の補給金を 2 萬圓としますと全部をひつくるめて適當り 10 萬圓ということになります。アルミの方では加工費が少し増える。運搬にしましても、アメリカの例を見ますと、地金の費用を除いたほかの費用が鋼に對してアルミは 2.2 倍であります。これらを考へてアルミの場合の總費用を計算すると適當り約 36 萬圓になります。従つて日本では鋼 10 萬圓に對してアルミは 36 萬圓、鋼の 3.6 倍という數字になるわけでありまして、そこで補給金が外されて鐵の値段がかりに 5 萬圓になると、鋼で 13 萬圓になりますから價格の比率は 3 以下になつてくるので僅にアメリカより日本の方がアルミを使うのに好いんじゃないかと思ひます。もう一つアルミで考へなければならぬのは、地



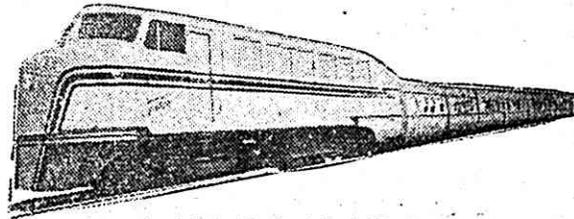
寫眞 向つて左から安藤、池田、深井、福田、山縣、伊藤、安田、加藤、星野、坪井、増野、淺原、中村の諸氏

も船にアルミを使うための研究をいろいろ進めております。海水潮風をかぶる外板部分は耐海水性があり強度の比較的大きいヒドロナリウム系合金の板材型材を使わなければいけないのですが、内部のフェーシングその他は純アルミまたは 3S でやれます。その他バルブ、船窓に至るまで、従来ブロンズを使ひましたが、アルミ化しようということ今ヒドロナリウム系合金の端物の研究もしております。耐蝕性の問題は塗装の問題ともからんできますが、それを考慮に入れた耐蝕性試験を今手分けしてやつております。これなど外國船でどんどん使つているのだから研究をやる必要もないのではないかと思ひますが、一應はこれなら大丈夫だという試験値を得たい。材料は

震に對することで、福非地震、南海地震、關東大地震の例を見ると、橋の壊れているのは橋自身でなく基礎の橋脚の下部構造で壊れているのです。それは重いものが載つかつてグラグラゆれるから壊れるので、もし上の橋桁が3分の1の重量になれば地震で壊れるということもない。従つて下部構造が簡易になり、その工費が大いに安くなつてくる。全體として考えますと、現在の状態でも、或は補給金が外されればなおさらですが、優に價格、建設費の點では太刀打ちができるのではないかと思います。私としては昨年来各方面に、各縣の土木部關係の人、國有鐵道、橋梁關係者に盛に奨めているのですが、何しろアルミに對して土木屋さんの知識というものが非常に浅いのでありまして、今私はアルミで橋を架けることが有利であるということを説明すると同時に啓蒙的なこともやつておるので、今後橋が造れるような大きな型材がどんど

ん出されるようになるまでに土木の方でもアルミの勉強をして立派な橋が架けられるようにしたいと思ひます。アメリカやイギリスの例もかなり調べており、橋に必要な型材或は厚板などが現在すぐ入手できればただちに橋を設計して架ける自信は持っているのであります。と申しましても研究する問題が残っているのでありまして、例えばヤング係数の小さいことによる撓曲の問題、撓みが大きくなる問題、振動性の問題、橋が軽くなるとどうしても列車或は自動車などの衝撃の影響が鋼の橋より餘計響いてくるので衝撃係数をどうすべきかという問題、或はこれは化學屋さんにお願ひするのですが、道踏橋であるとしてもコンクリートを使いますが、コンクリートとアルミの絶縁の問題、そういうような所に問題が残されておりましたが、今後研究することに致しまして、やれといわれれば現在でもやれるのではないかと思います。そういう意味で私としては早急に型材、厚板のサイズの標準を決めてこれが市場に出されることを望んでいます。

加藤 今のお話にありましたようにアメリカでもイギリスでも橋梁用合金として14Sが使われています。これはジュラルミン型の合金ですが橋梁ばかりでなく車輛、建築等にも非常に廣く使われております。日本ではまだ使つたことがありませんので、ただいま私のところでいろいろ調べております。アメリカの橋では14Sの人工時効材を、イギリスのサンダーランドの橋では自然時効材を使つています。もちろん設計應力がちがつてきます。日本でアルミの橋をやるとすればやはりこの合金を使えばよいと思いますが、設計應力が高くとれる點では人工時効材の方がよい。どちらにするかはこれから



全輕金屬製新型列車

福田先生とよく検討してきめたいと思つています。

堀野 腐蝕の點はどうですか。

加藤 この合金は耐蝕性合金ではありませんので板は合せ板を使つてこの問題を解決していますが、押出型材の方は裸であるとは塗装で十分カバーしているようです。次に建築關係に移りましょう。

建築

坪井 建築にアルミを使うということは力學的に見て二つの見方があると思います。建築にはバラエティが非常にあつて、きわめて小規模のものと大規模のものとあります。それに依つて構造概念もおのずから變つてくるので、アルミの使い方もそれに依つて差が出てくると思ひます。最近色々の雑誌を見て私共の感心しましたことは、イギリスで非常にアルミの建築が行われていることで、大體の構造は飛行機の構造を生かして、飛行機工場の部分的轉換、そう言つた傾向で行われて居るように思うので、最近面白いと思つたのは英國の雑誌に載つてい

が、スパン24呎の平家建てで殆ど0.8~0.9耗のアルミ板を使つているそれで外板はやはり波板であつて、平板使用個所には要所々々に平板のリップをつける。それで屋根荷重及び風壓を簡単に處理している。とにかく非常に輕快な構造なのです。このような構造法をみると、飛行機でせつかく活用している波板が星野さんの試作住宅の場合には強度メンバーになつていない。しかし壁盤の眞柱、胴さしなどのあるところに板を張るので、これらの溶接部分も相當効いていると思ひますから、筋違も多少節約できる見透しです。従來の飛行機で使つていた部材や鋼がそのまま應用できる範圍のものはスパン10米が限界ではないか。イギリスのスパン24呎の學校建築は4呎間に柱をならべていますが、そこが航空機の製作法がそのまま建築構造に使われる一番よいところではないでしょうか、ところで星野さんの金屬家屋は鋼材が強度メン

バーとして更に活用されればより經濟的な設計になると考えます。それから輕い構造は風壓によつて浮き上るといふ問題が大きい。しかし星野さんのプランではコンクリートブロックで浮上りは十分抑えられます。金屬家屋は外國には相當例もあるし、星野さんも試作されましたが、この程度の住宅ですと地震力は問題にならないで風力でメンバーが決まるから、外國の例は構造的にも比較の對象として大いに役に立ちます。もう一つ大きな建物の問題でありまして、大體建築のデッドロードが非常に大きくなつた場合、たとえば地下2階、地上9階で11階ということになりますと、地震力算定の場合1平方米當りライブロード約100kgに對しデッドロードは約700kg以上になります。デッドロードの大部分はコンクリート床と壁であつてなんとかこれを軽くしなければならぬ。建物の重量そのものは地震力と比例するから輕い材料を使わなければ耐震構造は非常に制約される。材料の降伏點或は破壊強度をとつて建築材料の比強度を考えると、高力

アルミ合金では木材に対して14, コンクリートに対して23ぐらになる。比強度そのものが構造設計を支配するとは思わないが、これは相當効いてくるものと思います。だから壁とかスラブにアルミを使うということは相當意義があると考えます。耐火的方法となると大體1,200~1300°Cというのが火事の最高温度であります。繼續時間は僅か、600~700°Cというのが永くつづくと考えて設計の際にはアルミに対しては適當の被覆をするとか、適當な防火材料でスラブを構成すればよい。こういうものにアルミを使えば鐵よりも軽くて経済的なものになると思っております。これを要するにアルミ建築には色々の種類の骨組メンバーをその規模に応じて規格化することは大切で、この點池田さん方の経験も大いに生かしてむだのないようにやつていきたいと思っております。

加藤 600~700°Cの時間が問題ですね。時間はどの位と考えたらいいのですか。

星野 時間はずいぶん長いのですよ。600~700°C位で2~3時間です。耐火建築に対する試験です。

安田 何か規定に出ていますか。

星野 それは出ております。實際カーブを見るとわかります。700°C~550°Cが限界です。650°Cというのが長いのです。

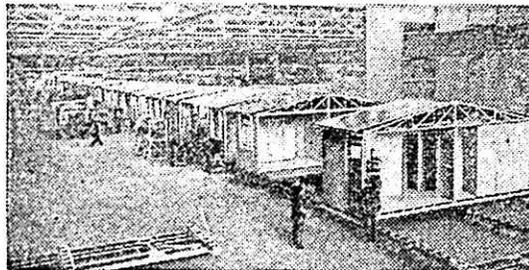
坪井 私が考えるのは火災による床の彎曲が骨組をいためないような形式であつて、床はあとで補修したい。それで床はフリーサポートに近くしかも火災のときは張力だけでもつような方法がいいのではないかと考えております。コンクリートでやつても構造計算を骨組の耐力だけで行えば安全かというところははいかない。コンクリート壁があるために偏心の振り振動が起つて豫想外の障害が起つてくる。こんな場合はコンクリート壁體はない方が耐震的かもしれない。耐火の方も

つと大膽にアルミを使うことが必要だ。

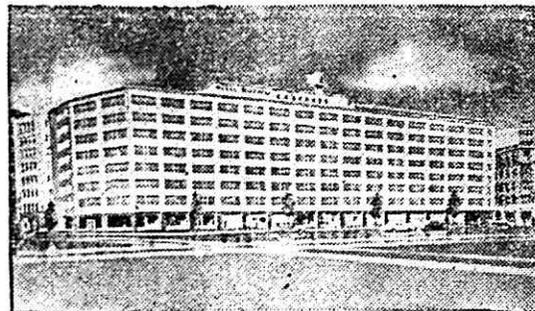
星野 床はコンクリートとだき合せればうまくいくでしょう。壁にはその必要はない。

坪井 壁は燃えぬけることは絶対にないとしても軽くしたいのですよ、デットロードが大きくなつて不愉快なのです。記念建築ならば別ですが。

福田 風壓と地震の関係はどうなりますか。



上図は英國 AIROH* 住宅の作業状況であるが屋根、壁、骨組、窓枠など大部分輕合金を用い、流れ作業方式によつて大量生産されている。(Rev. de L'aluminium)



上図は近く着工される日活国際會館(東京日比谷)の構想圖で、外壁、サッシュをはじめ各種室内裝飾にアルミニウムを使用することになつている。各方面よりその成果は注目されている。(輕金屬協會提供)

坪井 JES 300/を使うといままで木造建築物に中小學校の2階建ては風壓が支配的だ。風に対してはいろいろの方法があるが、高層建築の下階をコンクリート、上階を輕構造にすることは耐震構造として望ましい。ただコンクリートでつまない上階のメンバーはアルミを使うとしてバックリングを考えなければならぬのですが、ヤング係数の減少は重量の減少でカバーできます。

加藤 星野先生の今やつておられ

る試作住宅を骨組までアルミ合金にするとうなりますか。

星野 今骨組に使つている鋼は12坪で1,300kgです。これをアルミにかえますと500kgぐらです。現在外装板は0.5ミリで250kg、合計しますと大體750kgぐらです。加工などの面で問題もあるからはずきりわからないが、5~6萬圓の差が出るのではないかと考えられます。坪5千圓ぐらですから、大體今の鋼を使つた場合の坪當り2萬2千圓程度に対して2萬7千圓位になります。住宅建築の場合軽くなるということは割合利益はないのです。今の經濟狀態の段階では鋼とそれぞれ分擔し合つて骨組を鋼でやつて、表面にあらわれる屋根、羽目板、格子、窓とかの外観にアルミを利用するのが得じやないかと考えております。

加藤 英國の AIROH* 住宅では約15坪の平屋住宅ですが、オール・アルミ製ですが、オール・アルミ製ですが、1,200kg、型材が1,060kg。その他鋳物銀造品合せて120kgこれを合計しますと2,380kgです。その位でやつておりますが、それにセメント木材も使われております。

星野 それらに比べるとわれわれの方が少ないですね。750kgですから、相當ぎりぎりのところをやつておるのですよ。坪井さんは危いといわれるが設計としては進んでいると思うのです。

鋸接

加藤 金屬住宅では接合方法が問題になると思いますが、今やつておられるビスをやめてリベットで、たとえば爆發鋸とか引抜き鋸(Chobert rivet)を使うということも考えられますが。

福田 橋ではリベットのことが問題となるのです。飛行機とちがつて皆ストレスを受けているのです。アルミのリベットは弱いといわれているのですが、サンダーランドの跳開

* 編者註 Aircraft Industry Research Organization on Housing の設計住宅

橋では軟鋼の鋸を使っています。

加藤 アルミ合金では一般に剪断強度は抗張力の約 60% です。しかしアルミのリベットは冷間で打てることが特徴で、しがつて加工硬化しますからこの 10% よりもつと上るわけです。船では腐蝕のことを考えて鋸も同じ材質のヒドロナリウムを使うことにしております。橋の場合にはやはり A 17S を使うべきでしょう。これは絞鋸した状態で剪断強度は 20 kg/mm² 以上出ます。ジュラルミン鋸は飛行機にやりましたが焼入れ直後に打つなど作業が面倒です。飛行機でもだんだん軟質鋸として A 17S が広く使われました。向うの文献で 53S のホットリベットのことが出ていましたが、これも日本で研究しなければならない問題だと思います。他の構造物に対しては點熔接を大いに使うとよいと思いますがこの方面の御研究の深い澤井先生から……。

熔 接

澤井 今お話の點熔接は抵抗熔接のうちの一つですがいろいろな熔接方法を比較しますと、結果からいうと點熔接が一番よいということがいえます。それは軽いということでは勿論ですが、生産がハイスピードであり、ローコストであり、それからハイクオリティーです。厚板になりますと電流値を大きくしなければならぬということが一番直接の問題になります。従来の飛行機の方で使っておりました大體 2mm~3mm の熔接でも點熔接の装置は數百 KVA というような大きなものになります。それで機械が大きくなりふところ制限があるという意味で現在のところでは橋梁のような大きなものには向かないのじゃないかと思っております。工場で小さいユニットの組立をこれでやつておいて最後の組立は別の方法でやるというのが従来も行われた方法です。先程のイギリスの例のように飛行機工場がそのまま建築に轉換するというような場合には非常にスムーズにいくのですが、點熔接の技術も研究的には終戦後かえつて進んではおりますが、實際問題としますと人もいなくなつ

ており機械も賠償の対象になつたりしましてそのままになっています。大體日本で點熔接を實用化する技術は持っているのですが、實際にそれを使うと装置が多少面倒であるということ、それから技術者を養成しなければならぬので、各方面で熔接という問題を十分に認識されてできるだけ早く取りかゝつていただきたいと思ひます。それから出来ればどの位の數量を差當り要るかという点のはつきりしてくるとメーカーへの注文のはつきりして非常にやりよくなると思ひます。飛行機の場合でもそうでしたが、最初熟練するまでは非常に使いにくくて困つておりましたが、それが本當に使い始めると今度は止められなくなつてだんだん機械をふやしていつたのです。

加藤 飛行機では強度メンバーに使つたのですか。

澤井 何處の國でもそうですが、最初は強度メンバーに使つていなかったのですが、それがおおい強度メンバーに使うようになり、最近のアメリカでは強度メンバーに使つていると思ひます。その外にアークウェルディング、これは日本では實際に使つたことはありません。終戦後アメリカからニュースが入つてきてはじめて問題にして阪大あたりで實驗されているようですが、これはアルゴンで空気を遮断しながら熔接を行うというやり方です。しかしガス熔接、アーク熔接は相當廣い範圍にわたつて加熱するため熱處理材に対してはその性質を悪くするし、構造物ではひずみを起し、ストレスを残すという結果になるからやむをえない場合を除いてはできれば點熔接を使つていきたい。これはもう世界各國そうだろうと思ひます。

加藤 それは向うの最近の文献で見ましたが、如何なる場合においても點熔接がベストであるということを知つております。

池田 外國のアルミ製自動車には最近非常に多く使われているようです。

車 輛

加藤 それでは次に車輛の問題ですけれども、どうも日本の自動車屋

さんはアルミを使いたがらない傾向がある。こういう問題をどういうふうに解決すればよいかという御意見があると思ひますが。

池田 御承知のように敗戦後日本では航空機の機體会社が車輛工場に轉換してあります。しかしこれらの会社はいわゆるアプレゲールでありまして、自動車の車體そのものの経験はありませんけれども、アルミ合金を加工する技術、また設計の技術について航空機の経験が十分にありますし、設備も大分残つてあります。従つて現在これらの会社でも車體には部分的にかなりアルミ合金を使つてあります。それで従来からの車體製造業者とはげしい競争をしている状態です。一方古い車體製造業者はアルミ合金を使うということになりますと今までの設備を変えなければならぬので、アルミ合金を構造物として使うことに只今お話のように熱意を示していないのじゃないかと思ひます。しかしある会社では一つ試作して見ようという話も出ています。しかしまた修理工場の方ではアルミ合金の加工設備がないから困るというでしょう。外國の様子を見ますと、戦前 10 數年前からドイツやイギリスではアルミニウム製のバスボディが實用化されていたようです。米國でも御承知のように通駐軍のバスなどフレームレス構造のアルミ製のものが走つておりますので、これを見ても現在では諸外國ではアルミの車體が出現つていのではないかと思ひます。それで自動車とくにバスでアルミが利用されたのは、戦時における航空機の生産ということ考えた各國の國策ということもありましようが、やはり重量軽減によつて運行費すなわち燃料とタイヤの消耗、これが非常に減るとか、或は搭載重量が増すとという利益が現實に得られるからだと思ひます。しかし日本ではやはり製品の價格の問題があると思ひます。アルミがだんだん安くなるという話ですが、現状では多少高くなるのはやむをえないと思ひます。大ざつばな見當ですが、バスやトラックでは製品の價格とその後の全壽命中における燃料費とタイヤの消耗費は匿蔽す

るものではないか、そうしますと価格がかりに1割高くなつても使用中の費用が1割以上減少すれば、これで十分採算がとれるのです。それでどの程度軽くなるかということですが、現在の構造様式を餘り變えないでアルミに變えても空車重量で1割程度でしょう。しかしアルミの利用価値を十分高めるといふ意味で構造も變えて行く必要がある。それが最近の應力外皮の構造です。これは飛行機で大分進歩しておりますが、これを自動車に取入れると非常に軽くなります。なおフレームとボディを一體に造つたユニット・コンストラクションを應用外皮構造でやりますと、現在の例を見ても3割ぐらい軽くなつております。なお構造力學の方で勉強して合理的に設計すればもっと軽くなるでしょう。この位軽くすれば引き合ふかということも考えております。

加藤 その場合鋼とアルミ合金との比較はどうなりますか。

池田 富士産業でやつたフレームレス構造では鋼でやつても2割程度軽くなつています。アルミでやれば3割以上になるでせう。

澤井 今の應力外皮構造ですと點熔接の利用率が高くなつてきますね。

池田 そうです。特に乗用車などは外観美という点でも有利です。現に外國ではほとんどやつているのですから、日本でもこの方面の研究は大いに必要と思ひます。

塗 装

加藤 先日自動車技術會での會合でどなたかアルミの塗装ははげやすいといつておられました。外國ではすつかり解決しております。それで今船舶の委員會で塗装の小委員會を設けて種々検討しております。日本でも早急に解決したいと考えております。大體の見當はもうつていります。それについて増野先生からお話願えれば……………

増野 前に加藤さんから話があつて外國では Three coats treatment の方法が標準になつていります。First coat が問題なのです。Second coat, Third coat が従来の下塗り、上塗りに相當します。

この First coat になる特殊下塗り塗料が何かということが重點で今検討を加え、實驗もしております。下塗りは御承知のようにクロム酸亜鉛の油性塗料ですが、上塗りにはゼビアルミペイントを使いたいと考え、加藤さんの方で flaky powder の御研究と相まつて進めております。

福田 外國の橋などアルミペイントを塗つたのが多いですね。

加藤 そうです。アルミの構造物にはその上塗りにゼビこれを使いたいですね。これもアルミの活用の一つです。(笑聲)

淺原 熱をよく反射し耐濕耐水性が大きいからガソリンタンクにはゼビ必要です。蒸發損失も非常に減少します。

アルミに適した設計

山縣 先程から價格のことが問題になつておりますが、アルミは高いということを用いのですが、結局これは船の方でも根本的に設計を變え適當なところへアルミを使つて行けば船は軽くなり、やすい船ができるのです。そういう點は相當厄介な比較をして見なければならぬので、只今検討していますが必ず安くなると思ひます。

安田 そういふ經驗がありますので建築の場合におきましても、結局基礎を非常にがつちりしたコンクリートでやつてしまつて、上だけを比較すればこの方が高かつたりするが基礎もアルミ構造に適した設計をして総合的に考えれば安くなる點もあると思ひます。

山縣 それは荷物船などは別ですが特殊の船なんかだとすぐ安くなると思ひます。

加藤 一體大きな構造物には強度と比重の關係で相當有利になるのではないでしようか。自動車とか小住宅になるとかなり問題があるようですね。

池田 やはり自動車などでは鋼を使うかアルミを使うかということはいきわどいところなのです。相當材料が安くならないと……………

數量とコスト

安田 それについては私も悩みが

あるのです。それは卵と鶏の様な關係です。安くするためには大量に作らなければ引き合ふない。そこでどういふものを先に作つて行くかというところに悩みがあるのです。この程度ならアルミが使えるといふところから手をつけていつて、量も多くして安くしていく。そういうことをやり出しているのです。それと各會社が小間切れに仕事をやつておつたのでは安くできません。そこで何とか専門々々にやつていつてもらえばよくなる。そこへ業界としては持つていきたいと考えております。

星野 建築の方でオーストラリアとかフィリッピンで、輸出向の住宅を造り坪2萬4千圓位でできれば引合ふから知らしてくれといつておりますが、この場合もちろんそれには船賃が加算されます。それにしてもこの場合骨組までアルミにした方が有利な點ができてくるのではないかと思ひますので、そういう點でいる強度とか材質の點で御指導御協力を願ひたいと思ひます。

加藤 數量の問題ですが、數量をまとめることと輸出の問題とからんでくるのですが、たとえばアルミの自轉車に關してそういう點を伊藤さんから……………

伊藤 つまり差當りの問題として今までの自轉車をやつておりましたような設備をアルミをやるために改造する。その設備資金がいるといふことになると、設備資金を短期にカバーできるほど有利でないといふのが日本の全産業の實態だと思ひます。その面が一つとやはり私も三菱のアルミの自轉車をもつておるが、あの邊の自轉車屋はいやがる。つまり簡単にアルミの修繕設備ができない限り自分達の商賣にならぬといふのです。だからアルミ自身の供給ということも加工設備の簡單といふのと兩方いつしよに進んでいかないとそのため飯の食い上げになるといふので新しい製品を拒否してかゝる。これもかなり問題があると思ひます。

加藤 それでは大分時間もすぎましたので今日はこれで終ることに致します。