

最近の米國道路橋設計示方書について

我国における橋梁の設計方書としては、周知の通り鋼道路橋については、昭和 14 年内務省土木局で定めた「鋼道路橋設計示方書案」があり、鉄道橋については、昭和 15 年 7 月土木学会で調査研究の上取りまとめた「鋼鉄道橋標準設計示方書」がある。しかしながら、これらはいずれも、調査研究の時期より 10 年以上を経過し、最近における高速交通機関の現状に合わないものが多い。戦後の国土建設において、重要な役割をはたす道路、鉄道の建設、補修等において、橋梁設計の指針となる設計示方書を、合理的に将来を見通して、実状に合わせることは、先ず第一に必要なことである。この意味において、早急に橋梁示方書改正のための調査委員会の設置と、即刻の実行を望んで止まない。

最近における米國の道路橋及び鉄道橋設計示方書は我国の設計示方書を改正するに当つて、とるべき方針を定める上に、最もよい参考となる。著者は、先年北陸地震々害調査に來日された Henry J. Brunner の好意により、本年 1 月

Standard Specifications for Highway Bridges 1949, adopted by the American Association of State Highway Officials. 及び Specifications for Steel Railway Bridges, 1949, American Railway Engineering Association.

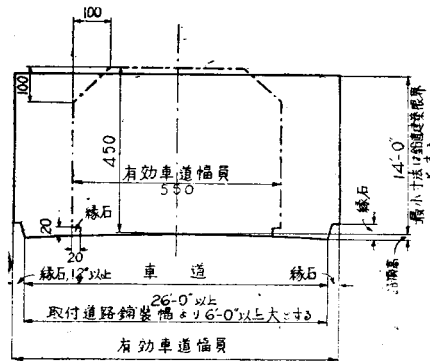
を入手することができた。以下において、簡単にその内容の概要と我国現行示方書との比較を行い参考に使いたい。

1. 緒言 道路橋については、American Association of State Highway Officials (A.A.S.H.O.) によつて規定された標準設計示方書がある。これは、木橋鉄筋コンクリート橋、鋼橋に対して適用され、最近のものは 1949 年に規定されたものである。米國における、道路橋設計示方書は古くは American Bridge Company 1901 Specification 等があるが、1921 年 A.A.S.H.O. に橋梁及び構造物委員会が構成され、研究が始められ、漸次部分的に、決定したものを公表、使用されて來た。1926 年に示方書が完成し、1928 年の改正を経て 1931 年に至り、始めて A.A.S.H.O. から Standard Specifications for Highway Bridges 第 1 版として公表され、続いて 1935 年、1941 年、1944 年版が出版された。最近のものはその第 5 版で、1944 年のものを改正したものであり、1948 年 4 月 1 日迄に決定したすべての改正事項を含み、特に設計篇について重要な改正が行われている。すなわち、床版上

の軸荷重、活荷重負載、荷重の分布及び杭の耐荷力等について改正を行つた。更に、長スパンの鈹桁が使用せられる傾向にあるので、水平補剛材の規定を新に挿入した。本示方書は、第 1 篇一般、第 2 篇構造、第 3 篇設計、第 4 篇材料の 4 篇よりなつている。

2. 建築限界 2 車線橋梁の建築限界は、図-1 に示す如くである。我国現行規定 (甲) を、図-1 に鎖

図-1



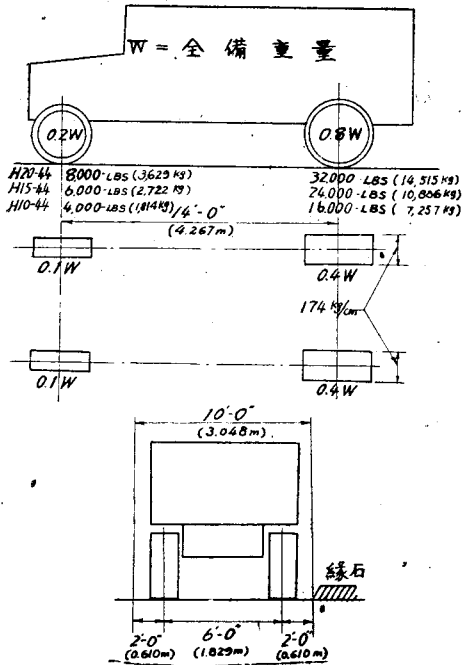
線で附記した。高速重量交通のある重要道路については、車道幅は、図-1 の最小寸法より拡大する。橋梁の重要性、歩車道の区別の有無、スパン長、その他の事情によつて図-1 に示した有効車道巾員を減少することがある。3 車線以上の場合には、1 車線につき図-1 の寸法より 12ft, 最小 10ft を増加させる。

3. 死荷重 軽合金を橋梁構造に使用する場合には、アルミニウム合金の単位重量 175 lbs/ft³ (2 800 kg/m³) が規定されている。土、砂、砂利、碎石については、締め固めた場合 120 lbs/ft³ (1 922 kg/m³) 締め固めない土、砂、砂利は、100 lbs/ft³ (1 602 kg/m³) と区別している。舗装重量については、我国現行規定と異なり、単純化して、木塊舗装以外は 150 lbs/ft³ (2 403 kg/m³) とし、またコンクリート、鉄筋コンクリート共 150 lbs/ft³ (2 403 kg/m³) を採用している。

4. 活荷重 橋梁及び附帯構造物の車道に作用する活荷重は、標準自動車、あるいは自動車列に相当する車線荷重とする。これらには、それぞれ H 荷重、H-S 荷重の 2 種類がある。

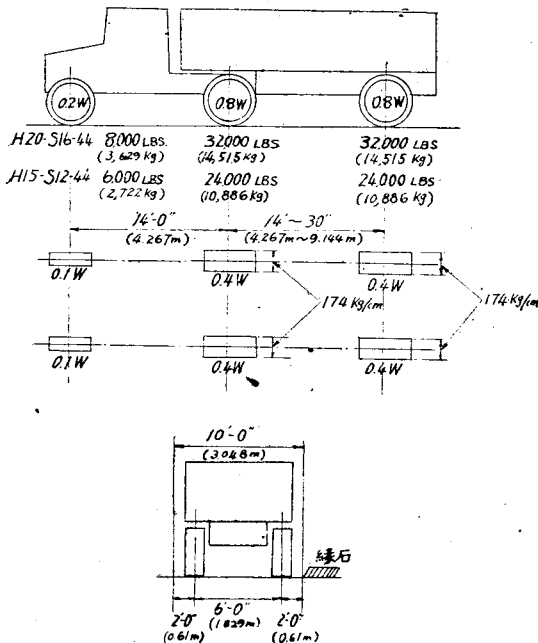
4.1 自動車荷重 自動車の H 荷重は、図-2 に示す如く、2 軸自動車による荷重である。前輪、後輪の荷重分布は我国規定と同一の 1:4 である。H 荷重は、H

図-2 STANDARD H TRUCK



の次に標準自動車全備重量を ton で表わした数字を添えて表示する。H荷重には、H20、H15、H10の3級がある。H15及びH10は、それぞれH20の75%及び50%に相当する。

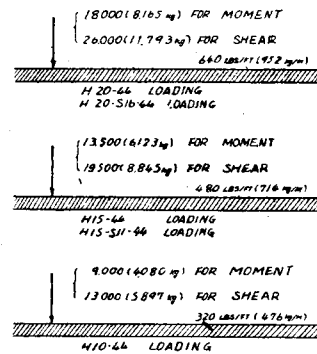
図-3 STANDARD H-S TRUCK



自動車のH-S荷重は、図-3に示す。これはsemi-trailerを有する tractor truck による荷重である。

H-S 荷重は、文字Hの次に tractor truck の全備重量を ton で表わした数字を書き、文字Sの次には、semi-trailer の1軸の全備重量を ton で表わした数字を添えて表示する。tractor truck の後軸と semi-trailer の車軸距離は一定とせず、現行の tractor trailer に合わせるように任意にとり得るものとする。H-S 荷重には、H20-S16、H15-S12 の2種があり、H15-S12 は H20-S16 荷重の75%に相当する。1944年の示方書により、H荷重、H-S 荷重共、荷重制定年を明示するために年号の略字を添字することが決められている。現行のH、H-S 荷重は、いずれも、1944年のもので、上記のH、H-S 荷重は夫々 H10-44、H15-44、H20-44、H15-S12-44、H20-S16-44と示す。幹線道路、或は現在又は将来重自動車を通ず道路については、最小自動車荷重は H15-S12 とする。

図-4 H LANE AN H-S LANE LOADINGS



4.2 車線荷重 車線荷重のH及びH-S 荷重は図-4に示す如くである。H車線荷重は、1935年A.A.S.H.O. 示方書に規定された自動車列に近似させたものである。H15-S12-44 車線荷重は、H15標準自動車の前後に30ftの距離をおいて、11.25ton自動車を配置した自動車列(H15-35 loading)に、H20-S16-44 車線荷重は、H20標準自動車の前後に30ftの距離をおいて、15ton自動車を配置した自動車列(H20-35 loading)に近似している。

車線荷重の占有幅は次の如くして定める。主要支持部材間隔が、木床版については6.5ft以上、コンクリート或は鋼格子版については10.5ft以上の場合にはこれらの占有幅Wは次の式で求める。

$$W = \frac{W_c}{N}$$

茲に、 W_c = 縁石間の車道幅

N = 表-1に示す設計車線数

W = 設計車線占有幅

以上に求めた個々の設計車線占有幅以内で、車線荷重、標準自動車を適当に移動させ、最大応力を求める。

車線荷重は図-4に示す如く、等分布荷重と1個の集中荷重よりなり、最大応力を生ずるようにスパンに配置する。自動車列を単一の等分布荷重で置換えることは無理があるので、これに1個の集中荷重を付け加えたものである。連続スパンに対しては、図-4に示す集中荷重と同一の大きさの他の1個の集中荷重を加えて、2個の集中荷重とし、それぞれが連続スパンのそれぞれのスパンに1個づつ乗るようにし、最大負モ

表-1

W_c (ft)	N
20 以上 30 を含む	2
30 " 42 "	3
42 " 54 "	4
54 " 66 "	5
66 " 78 "	6
78 " 90 "	7
90 " 102 "	8
102 " 114 "	9
114 " 126 "	10

ーメントを生ずる如く配置する。モーメント及び剪断力の計算には、**図-4**の集中荷重の大ききを変え。設計最大応力が主として曲ゲによるときには、小なる集中荷重を、剪断力による時は、大なる集中荷重を用いる。

4.3 荷重の負荷 応力計算においては、10ft 幅の車線荷重及び1個の標準自動車荷重を単位とし、端数の車線幅、自動車幅は、使用しない。

車線荷重、あるいは自動車荷重による最大応力が、数車線の同時載荷によつて生ずる場合には、活荷重応力は一定の率によつて遞減させ、次表による値を用いる。

1~2 車線	100%
3 車線	90%
4車線以上	75%

車線荷重を用いるか、自動車荷重を用いるかは、最大応力を生ずる荷重によつて決める。H荷重については曲ゲモーメントはスパン 56ft までは自動車荷重によるものが大きく、56ft 以上では車線荷重によるものが大きい。剪断力についてはスパン .33ft までは自動車、.33ft 以上は車線荷重による。H-S 荷重については、曲ゲモーメントはスパン 140ft までは、semi-trailer truck, 140 ft 以上は、車線荷重によるものが大きい。剪断力はスパン 120ft までは semi-trailer truck, それ以上は車線荷重によるものが大きい。

連続スパンに対しては、車線荷重は、最大応力を生ずる如く載荷する。このために、連続荷重となることがあり、また、不連続荷重となることもある。

コンクリート床版、鋼格子床版及び木床版を、H20、あるいはH20-S16 荷重で設計する場合には、H20 の後輪荷重、H20-S16 の後輪及び semi-trailer の荷重 32 000 lbs (14 515kg) の代りに、24 000 lbs (10 886 kg) の単軸荷重、あるいは、4ft の距離に配置された 16 000 lbs (7 258kg) の2軸荷重についても計算し、そのいずれか大なる応力を生ずるものを採用する。

輪帯幅については輪帯幅 1cm につき 174kgを採用している。これは我国現行規定 1cmにつき 100kg より相当面圧力を大にとつている。各スパン長に対する絶対最大モーメント、及び最大剪断力を一車線の場合について我国現行規定と比較すれば、**図-5,6**の如くである。

5. 歩道荷重 歩道の床版、縦桁及びこれらの直接支承部は、歩道面積について 85 lbs/ft² (415kg/m²) の活荷重により、設計する。

図-5

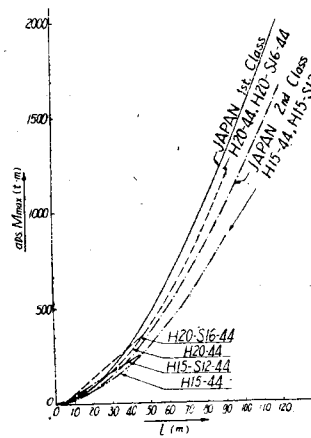
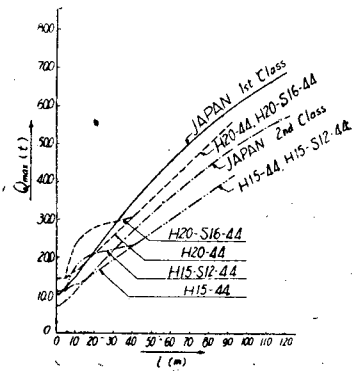


図-6



鉄桁、トラス、アーチ及びその他の部材は歩道面積について、次の歩道活荷重で設計する。

$l=0\sim 25\text{ft}(0\sim 7.62\text{m})$:

$$p=85 \text{ lbs/ft}^2(415\text{kg/m}^2)$$

$l=26\sim 100\text{ft}(7.93\sim 30.48\text{m})$:

$$p=60 \text{ lbs/ft}^2(293\text{kg/m}^2)$$

$l=100\text{ft}$ 以上 (30.48m以上):

$$p=\left(30+\frac{3000}{L}\right)\left(\frac{55-W}{50}\right)\leq 60 \text{ lbs/ft}^2$$

ここに、 $p=1\text{ft}^2$ に対する活荷重

L =歩道の載荷長(ft)

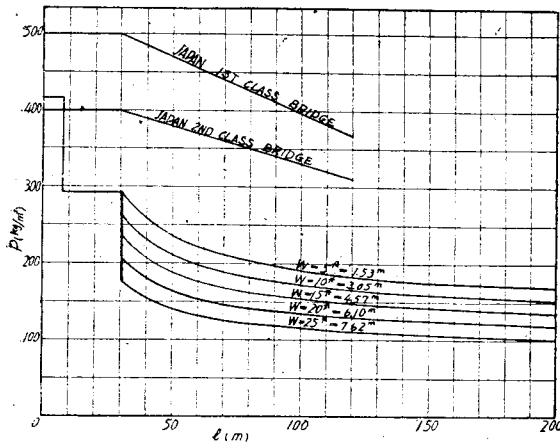
W =歩道幅(ft)

図-7は我国現行規定との比較を示す。

6. 高欄荷重

6.1 車道高欄 車道高欄はその頂上において、水平力 150 lbs/ft (223kg/m) 及び鉛直力 100 lbs/ft (149kg/m) を同時に受けて、安全に抵抗する如く設計する。縁石が高サ 10in, またはそれ以下の場合には、下部高欄には、横水平力 300 lbs/ft (447kg/m) を考える。下部高欄が無い場合には、高欄腹部材は車道上 21in 以下の高サに 300 lbs/ft (447kg/m) の水平力を作用せしめる。この水平力は、縁石の高サが低い時は、10in 以上においては、縁石の高サ 1in につき、15 lbs/ft (22.3kg/m) 宛減する。但し、その最小値は 150 lbs/ft (223kg/m) とする。以上の水平力は同時に作用せし

図-7



める。腹部材の無い高欄及び1個の水平部材を持つた高欄は、上述の下部高欄に規定した力に抵抗する如く設計する。

6.2 歩道高欄 歩道高欄の荷重は、車道と全然同一とする。下路トラス、鋼桁、あるいはアーチの如く歩車道の区別のある場合あるいは、歩道が縁石高欄で保護されている場合には、歩道高欄は、上部高欄について規定した力に抵抗する如く設計すればよい。我国現行規定に対する批判は既に充分盡されている¹⁾からこゝには省略する。

7. 衝撃 構造物を、A群とB群に分類し、A群については、こゝに規定する衝撃係数によつて、H荷重H-S 荷重による活荷重応力の割増を行う。B群については、衝撃は考えない。

- A群 (1) 上部構造(鋼及びコンクリート支柱、鋼支塔、剛節骨組の脚、主要橋梁基礎に至る構造部分を含む)
 (2) 剛節骨組、あるいは連続設計部材の如く上部構造に剛結されるコンクリートあるいは鋼杭の地面上の部分
- B群 (1) 橋台、擁壁、橋脚及びA群以外の杭
 (2) 基礎圧力及び根入れ部
 (3) 木構造
 (4) 歩道荷重
 (5) 3ft 以上の長さの暗渠及び構造物

橋台及び橋脚をB群に入れて衝撃を考慮しない点は我が国現行規定と相違する点である。

$$\text{衝撃係数 } I = \frac{50}{L+125} \leq 0.3$$

こゝに L: 部材に最大応力を生ずる載荷長 (ft), Lとして次の値を採用する。

車道床版に対しては設計スパン長、床桁等の横方向部材は部材長、自動車荷重によるモーメント算定にはスパン長(但し、張出部材については、モーメント中心から自動車の最遠端までの距離)を用いる。これは我国現行規定とほぼ同趣旨である。次に自動車荷重による剪断力の算定には、問題の点から反力までのスパン載荷長を用いる。但し、張出部材については、30%

を用いる。

連続スパンについては、正モーメントに対しては問題のスパン長、負モーメントに対しては、2つの相隣れる載荷スパンの平均値を用いる。これらの点は我国現行規定と若干違っている。

暗渠については

- 0ft以上1ftを含む(土かむりを有するもの) $I=30\%$
- 1ft1in 以上 2ft を含む $I=20\%$
- 2ft1in 以上 2ft11in を含む $I=10\%$

8. 縦荷重 縦荷重としては、モーメント算定のための集中荷重1個を有する車線荷重を用いて、すべての車線につき活荷重の5%を採用する。この際車線数の増加に伴い前述の荷重強度の遞減を行う。縦荷重は床版上4ftの高さに作用するものとする。伸縮接手の摩擦による縦荷重は設計において考慮する。

我国現行規定では自動車荷重の10%、軌道を有する場合には軌道車輛荷重総和の10%となっており、本規定の5%に比し活荷重々量に対する割合は2倍となつてはいるが、本規定では自動車列に相当する車線荷重の5%であるので、軌道のない場合については我国現行規定の自動車1台に対するものとは根本的に異なる考え方である。

9. 風荷重 風荷重は水平に作用するものとする。

(1) 構造物に作用する風力は移動荷重として取扱ひその曝露面積は、床組及び高欄を含んで構造物の側面積の1.5倍とし、その強度は30 lbs/ft²(147kg/m²)とする。また、2以上のトラス或は鋼桁がある場合にはこれらの風に対する曝露面積は、側面積の1/2にとる。

(2) 移動荷重による横荷重及び風力は車道上6ftの高さに作用し、その大きさは次の通りとする。

道路橋 200 lbs/ft (298kg/m) (6) 項参照のこと

(3) (1) 及び (2) による全風力は

- トラスの載荷弦 300 lbs/ft (447kg/m) 以上
- トラスの無載荷弦 150 " (223kg/m) "
- 鋼桁 300 " (447kg/m) "

(4) 風の水平力による、柱及び陸橋塔の固定部の揚力を計算する場合には、道路陸橋には、風下の車線に400 lbs/ft (595kg/m) の等分布荷重が作用するものとする。この荷重は有効揚力が増加する場合に限り適用する。

(5) 活荷重を考慮しない時は、(1) に示した面積に50 lbs/ft²(244kg/m²) の風荷重を用いる。但しこの場合の応力が、(1) 及び (2) に示した風荷重及び横荷重を共に考えた場合の応力より大となる場合に限る。なお、(6) の規定が有効な時はこの規定は適用しない。

(6) 鉄筋コンクリート床版が充分支点到結合された場合、または、鋼格子床版で適当にその支承に結合された場合には、(2) に規定した風荷重は、上部構造に依つた場合には、(2) に規定した風荷重は、上部構造に依つて、抵抗されるものとする。

風荷重に関する以上の規定は、無載荷時約250kg/m² 載荷時約150kg/m² の風荷重を考へている点では我国現行規定と同一である。しかしながら鋼桁、トラス共その最小風荷重は我国現行規定より約25%小さい。また本規定では、曝露面積をその都度計算する必要が

1) 藤田武雄: 橋梁高欄の設計について, 土木學會誌 Vol. 35, No. 4, 昭和25年4月

あり、これは我国現行規定の如く、鉸桁々高、トラス弦材高を基準にして式で求められるものの方が便利である。しかし風下側構造物の曝露面積は風上側の 0.5 倍にとる点は我国規定と同一であるが、鉸桁に対しても風下側を考慮した点及び 2 以上のトラスあるいは鉸桁がある場合についても曝露面積を前面の 0.5 にとると規定した点に特長がある。

10. 温度の影響 温度変化に基づく応力あるいは移動を考える。温度変化の範囲は地方的状況によつて定まり、架設時の温度を仮定して計算する。大きなコンクリート部材、あるいは構造物においては、空気温度と内部温度との間の遅れについて適切な考慮を拂う必要がある。

温度変化の範囲は一般に次の如く定める。

鋼構造物

温暖地方 $0^{\circ}\sim 120^{\circ}\text{F}$ ($-18^{\circ}\sim 49^{\circ}\text{C}$)
 寒冷地方 $-30^{\circ}\sim 120^{\circ}\text{F}$ ($-35^{\circ}\sim 49^{\circ}\text{C}$)
 コンクリート構造物

	温度上昇	温度下降
温暖地方	$30^{\circ}\text{F}(17^{\circ}\text{C})$	$40^{\circ}\text{F}(22^{\circ}\text{C})$
寒冷地方	$35^{\circ}\text{F}(19^{\circ}\text{C})$	$45^{\circ}\text{F}(15^{\circ}\text{C})$

鋼構造物について我国現行規定と比較すると、本規定に示された温暖地方に対する数値は大略我国規定で標準温度を 15°C とした温度変化範囲に一致する。従つて本規定では更に寒冷地方に対して約 84°C の温度変化範囲が考えられているので我国現行規定よりも大となつている。我国規定で示された日光直射による橋梁構造内の 2 つの部分の温度差については別に示されていない。(未完) (正員 京大工 小西一郎)

水圧鋼管の肉厚測定について

1 水圧鋼管老朽度調査の必要性 日本の水力発電所の初期に建設されたものは既に 40 年以上の材令を経ているので、之等の発電所は年令から云えば老年期に入っているわけであり、事実その施設が部分的に或は全般的に老朽状態を示しているものが少くない。一方わが国の経済状態を見るに建設或は補修用資材の生産は未だに低く、又電気料金は戦後常に低料金政策のもとに決定せられ、昭和 24 年の改訂によつて国際物価水準に稍よせの傾向を示したと云つても、未だ諸施設の補修改良費を充分見込むことは必ずしも容易ではない。従つてたとえ建設当時の償却年限を既に経過した施設に対しても出来るだけ補修改良の余地を考究することが要請せられる実情にある。そのためには此等諸施設の老朽度を充分精細に調査し対策のための資料とすることが必要とされるわけである。

本論文にとり上げた水圧鋼管は云ふまでもなく水力発電施設の重要部分をなすものであつて、殊に水路式発電型式より出発した電力施設においては老朽問題の対象として水圧鋼管が注目されることは当然であつて電力事業の歴史的過程からみてもこの種の問題が全く経常的形態をとつてゆくことは自然の傾向であらう。

2. 老朽度の調査方法 水圧鋼管の老朽の原因に就いてはいろいろ考えられるが、構成する材料が炭素鋼であるため老朽の直接の原因は腐蝕及び磨耗であつてその結果が板の厚みの減少となつて現れるわけである。そこで水圧鋼管の保守に当つては常時外面の状況即ち腐蝕、塗料の剥落、漏水等に注意を拂うのは勿論であるが表面状況悪化の程度によつては次第に内部点検を必要とすることが一般である。しかし水質或は流砂の如何によつては外面に特別な異状はなくても内面が著しく磨蝕される例も見られる。又発電所では電力の需給或は水路保守等の関係から水圧鋼管の水を空にすることもあるので、その様な機会をとらえて内部点検をすることも出来るわけである。此の様な調査を通じて鋼

管が相当老朽していると観察される場合にはその程度をはつきりと数字の形でつかむことが必要となり、そのため最も危険と思われる箇所をえらんで孔をあけ、鋼板の厚さを測り、初めの厚さと比較するのが今迄行はれた唯一の方法であつた。

ところが此の方此によるときには不利が伴うものであつて、例へば

(1) 水圧鋼管に孔をあけるには断水しなければならぬ。そのため停電損失をさけることは出来ない。

(2) 断水は停電と関連して実施されるので、測定に重点をおいて随時行なうことは極めて困難である。

(3) 孔をあけた跡はたとえ熔接等によつて埋め戻しても矢張り一種の傷として残るものであつて、その上之等の作業には相当の時間を要するので、選点の数には自ら制限が強くなる。

(4) 従つて測点数が少いため水圧鋼管の全般的傾向を知ることが出来ない。

等その主なるものである。

従つて此の様な欠点を除くためには是非外面より無傷に測定をなし、しかもその装置は山間急傾斜地の使用に耐える強さと、鋼管上の作業を安全にするための軽便さを備えたものが要求を満すものと云うことが出来る。

そのため筆者は 1948 年以来各方面の援助のもとに電磁気を応用したものと、超音波によるものとを併行して研究しその実用化に努めてきた。此の論文では先づ電磁式肉厚計について報告したい。

3. 用語について 此の論文を書くに当つて未だ充分吟味を經ていない用語があるので説明しておきたい。水圧管は殆ど炭素鋼板によつて作られ、古くから水圧鉄管の呼称が用ひられているが、使用材料に忠実な用語としては当然水圧鋼管を使用すべきものと考へる。又その板の厚さは慣用的には肉厚或は管厚と呼ばれているが、前者を用いる人が多い様に思われるので此の論文では之にならうこととしたが、筆者としてはむしろ鋼管厚サがやさしくてよいと思つている。次に

1) 神谷貞吉; 水圧鋼管の腐蝕の研究 土木学会誌第34巻第3號昭和24年8月