

風浪による 1:3, 1:6 の勾配をもつ  
堤防の越水

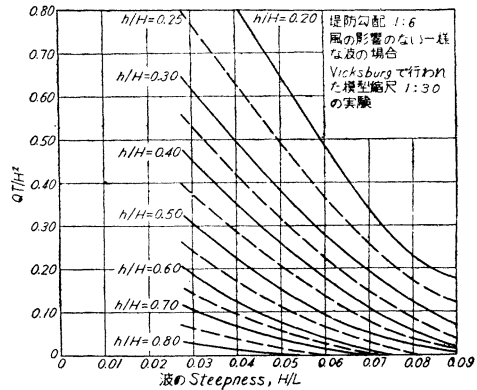
“Model Study of Overtopping of Wind-Generated Waves on Levees with Slopes of 1:3 and 1:6”  
by Osvald J. Sibul & Ernest G. Tickner  
Beach Erosion Board, Technical Memorandum  
No.80, April 1956

波がこえないような高さの堤防を設計すると、非常に費用がかかる。むしろいくぶんかの波は堤防をこえさせ、これを適当に排除するようにした方が、経済的と考えられる。そこで、どれくらいの水量  $Q$  が越えるものか算定しなければならない。これについては Saville と Caldwell, および Sibul の研究があり、また Okeechobee 湖堤防設計に関連して、Waterways Experiment Station で行われた総合的な研究がある。これらの研究では、いわゆる機械的な方法で起した様な波を用いている。しかし直接風の影響を受けたときには、様相が違ってくる と推測される。このような疑問に対し、部分的ではあるが、一応の目安を与えたものが本論文である。

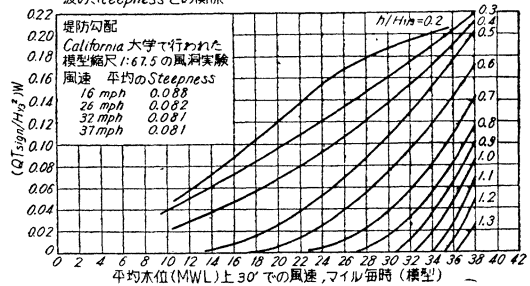
実験には幅 1 ft, 深さ 1.28 ft, 長さ 60 ft の片面ガラス張り木製風洞付水路を用いている。風速は 0~50 ft/s まで変えることができ、風上、風下には 1/10 勾配の床をとりつけてある。風下では、この床の上に 1/3 と 1/6 の勾配の模型をとりつけた。これは Waterways Experiment Station での結果と比較するためである。傾斜床最下端での MWL から底面までの水深が、越水に大きな影響をおよぼすことが知られている。一方実験水路で、とりうる水深は限定されて 0.37 ft, これを基準として Okeechobee 湖原池との縮尺を求めると 1:67.5 になった。

使用する波の性質は広範囲に変えるべきであるが、風洞付水路ではいろいろの制限をうける。特に長さにおいていちじるしく、与えられた縮尺に応じて所期の波をうるには、Froude 則で与えられる風速より大きなものが必要となった。従つて風速の越水におよぼす定量的な影響をうることは困難で、定性的な傾向を与えるにすぎない。波は 100 コ記録し、有義波としての性質を用いたが、前述の拘束を受けて、波の粗度は 0.071~0.100, 平均は 0.082 であった。Waterways Experiment Station の実験では 0.031~0.082 であり、従つて同じ粗度のものについて比較した。表示にあつては、次のような無次元量を用いた。すなわち  $QT/H^2$ ,  $h/H$ ,  $H/L$ ,  $\frac{QT_{\text{sign}}}{H_{1/3}^2}$  -  $QT/H^2 = \left(\frac{QT_{\text{sign}}}{H_{1/3}^2}\right)_w$  で  $Q$ : 越水量,  $T$ : 周期,  $H$ ,  $L$ : 斜面端部での波高, 波長,  $h$ : MWL より堤頂までの高さ,  $T_{\text{sign}}, H_{1/3}$ : 有義波の周期, 波高。最後の関係は風による付加的な越水量の無次元表示である。結果を要約すると次のようである。

図-1

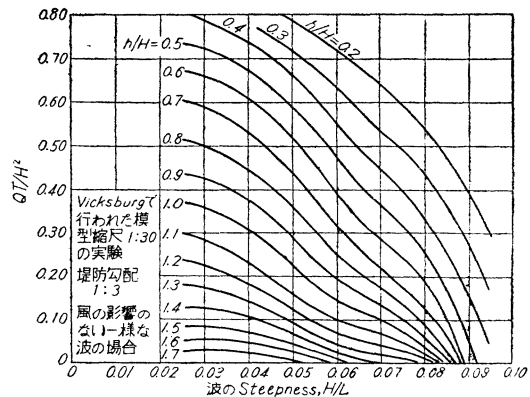


(a) 平均水位 (MWL) 上の堤防高さを色々変えた場合の波による越水量と波の Steepness との関係

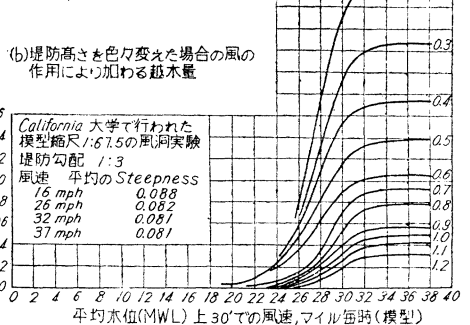


(b) 堤防高さを色々変えた場合の風的作用により加わる越水量

図-2



(a) 平均水位 (MWL) 上の堤防高さを色々変えた場合の波による越水量と波の Steepness との関係



(b) 堤防高さを色々変えた場合の風的作用により加わる越水量

1. 波による堤防の越水は波の粗度によりいちじるしく変わり、粗つた波ほど小さくなる。これは粗つた波はわずか水深が減ただけで砕け、堤防に近づく以前にそのエネルギーを大部分失い、あまり高く上りえない。平坦な波はこれに反する。もし堤頂で砕波が起れば、越水は最大となる。また1:3の斜面の方が1:6の場合より、はるかに大きい。これは粗つた波ほどいちじるしい。しかし鉛直壁に近づくとき、反射がきいてくるので水を押し上げるのは、一部のエネルギーが使われるにすぎない。よつて最大になる限界の傾斜面が存在するはずで、実験によると、大体28~30°といわれている。

風速  $U_{30}$  は半無限に空間が拡がっているとしたときの、30 ft の点での風速を示し、流速分布は対数法則に従うとして平均風速  $U_{ave}$  から、 $U_{30} = 1.73 U_{ave}$  の関係を用いて求めた。 $U_{30}$  を16~37 mphまで変化させると、明らかに越水に影響することがわかり、Waterways Experiment Stationの結果と比較すると、全越水量はa) 波の作用によるもの、b) 風の作用による付加的なものに分けられ、かつ1:6では大体10 mph、1:3では大体20 mph以上になると影響してくる。

2. 一様な波によつてえられた結果 図-1 (a) および 図-2 (a) は越水量算定に用いられる。風速があまり大きくないときは、風による影響は無視しうるが、風速が大きくなると、その影響を算出するに至らぬが、安全を見込んで50%くらい余分の越水があるとした方がよさそうである。その際 図-1 (b)、図-2 (b) を参考にできる。(東京大学工学部 堀川 清司)

### 英国における最初の自動車道路 プレストンのバイ・パス

"The Preston By-pass—Britain's  
First Motor Road"

Roads and Road Construction, June, 1956

英国運輸航空省は昨年6月から、自動車専用設計されたプレストンバイ・パスの仕事を始めた。この新道路

図-1

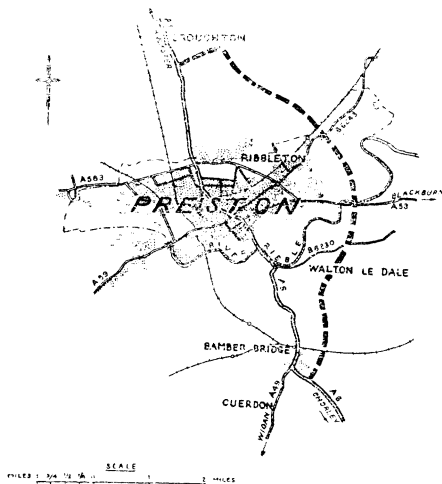
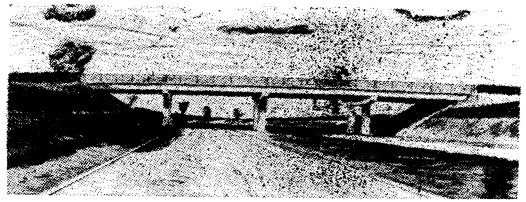


図-2



は英国における最初の自動車道路であつて、その延長は8.26マイルである。この道路は将来 Birmingham から Shap 北部に至る南北縦貫自動車道路の一部として計画された。このバイ・パスと現在道路および今後できる道路との交さは、平面交差を避けて立体的に設計されている。一般道路と歩行者用道路はバイ・パスの上を越えるかまたは下をくぐるように造られるであろう。バイ・パス上には歩道はなく、人間、自転車、馬車の交通はこの道路上の通行を許されないであろう。

本事業の建設費は300万ポンドであり、その完成には約2年を要するとみられている。Bamber 橋, Walton-le-Dale, Preston, Fulwood を通過する現在道路は時速30マイルの速度制限を受けている。この現在道路は曲りくねつており、平面交差、4カ所の交通信号があり、また車道幅員わずか21 ftのあい路がいくつかある。この道路はプレストン北方で、Blackpool から East Lancashire に至る東西道路と交差しており、信号で交通整理をしているが、交通量はピーク時に激増し非常に混雑を生じている。

歴史: 1936年に州会は、この Lancashire に至る現在道路を将来の交通増大需要に十分応え、あらゆる交通を処理するように120 ftに拡幅する計画をたてたが、拡幅することは土地、物件に非常に損害を与えるので、1937年にはこの南北道路は自動車専用の新しい道路を造るべきであるという原則に賛成し、この計画を国に提出した。戦争による計画の中止はあつたが、この南北道路が自動車道路として妥当であると認められ、1949年 "Lancashire 道路計画" が発表され、この南北自動車道路は州の今後の幹線道路のあるべき姿であり、その建設は何ものにも優先して行われるべきであると考えられた。特殊な交通状態の下にある新道路の設計に対して特別道路法が1949年に制定され、1953年運輸省は南北自動車道路の一部であるこのバイ・パス事業に対しこの法律を適用することを明らかにした。1954年この道路計画は広く一般に広報され、計画の反対者と十分話し合う機会が与えられた。1955年に大臣により計画が決定されたのである。この法律は大臣に対し路線変更、用地取得に対する特別権限を与えている。なお工事入札は本年2月に行われた。

路線: バイ・パス路線はA6より分きしプレストン東部平地を通過し Broughton 村でまたA6と連結する。このバイ・パスの最後の部分は南北方向からそれているが、この部分は将来において、東西方向の自動車道路の一部を形成するばかりでなく、また南北自動車道路とプレストンを結ぶ北の連絡線となり、現段階ではバイ・パ

スを完成させるため必要なのである。起終点の連絡以外にバイ・パスへの出入路は2カ所しかない。隣接する土地、家屋からの勝手な出入は許されない。運転者にねむ気を起させやすい長い直線部分を避けるため、道路の曲線と縦断を調整して円滑な曲線を設け風景に変化をもたせるようにしてある。線形は用地物件補償を最小にするよう選定され、わづか4軒の家屋が潰れるだけで、自動車道路全体でも68軒である。バイ・パス通過地域は一般は平たんであるが Ribble 河と Darwen 河には溪谷があつて相当の切り盛りがあり、土工量は 2 250 000 yd<sup>3</sup> の掘削がある。橋の数は全部で24である。沿道の風景に調和するような植樹がされ、バイ・パスのさくは早生のいけ垣であり、中央分離帯はヘッドライトのまぶしさを避けるため植樹されることになっている。

新しいバイ・パスと現在道路との比較

	南北自動車道路 (プレストン バイ・パス)	現在道路
最小幅員	112 ft	31 ft
最大半径	3 015 ft	50 ft
最急勾配	1: 25	1: 14
30 mph の速度制限	なし	97%
延長 i) 北方連絡道路を除く	7.26 mile	6.76 mile
ii) " " 含む	8.26 mile	—
出入地点	1 (最終的2: 2)	1 898
自動車走行時間推定	8~10 分	17~90分
100 万台・マイル当り事故率	0.40 (推定)	5.80 (実際)

**道路工事** バイ・パスの総幅員は 112 ft で、24 ft 幅の車路が2本通つている。車道と路肩の境には各車道ごとに幅 1 ft の側帯がついていて、有効幅員は 26 ft ということになる。車道に接した 8 ft の堅固な路肩があり、総路肩幅は 14 ft である。中央分離帯の幅は 32 ft であり、今後車道を2車線から3車線に拡幅する予定となつていて拡幅後もなお中央分離帯は 12 ft 残ることになる。切土と盛土の全土工量は 250 万 yd<sup>3</sup> で、最深切土は 62 ft、最高盛土は 56 ft である。予備的土質調査は州の土質試験所により行われ、軟弱地盤地帯に対してはさらに精密な調査が行われて、延ボーリング深長は、5 000 ft に達した。弱い地盤では地方産頁岩を 4~19 in 敷き、頁岩路盤上にあらかじめ混合された水締めマカダムを 9 in 厚施工し、最初の段階では、その上に厚さ 2-1/2 in のタール マカダムの基層を置いてその上にアスファルト 3/4 in を表層とする。その後、地盤が十分沈下安定してからアスファルト表層をさらにローラ転圧で施工する。縁石は、橋の部分と特に集水するカ所以外には設けられない。水締めマカダムはあらかじめ注意深くふるい分け混合され、パーバググリーン フィニッシャーによつて二層に設置される。路面工を機械化施工することは2年の工事期間からみて必要である。路面工両側にはコンクリートのハンチがあつて、路肩との境界を示している。

**橋りよう工事** Samlesbury 橋は Ribble 河と A. 59 道路を越えるもので、3 径間 (120, 180, 120 ft) の鋼連続鉄桁橋で、桁下端は曲線で設計されており、橋りよう幅員 94 ft、橋長 420 ft である。Higher Walton 橋は Darwen 河と A. 675 道路を越え、97'-6" 径間 4、端

径間各 42 ft の多径間鋼連続鉄桁橋で、橋長 474 ft、橋りよう幅員 94 ft である。これ以外に PS コンクリート、鉄筋コンクリート、鋼の橋が種々の形式で建設される。高欄は鉄道を越える橋以外はベタ打でなく開放式である。橋脚、橋台等の表面は、打設または仕上げコンクリート、人造石、プレカスト ブロック等さまざまなものが用いられている。(建設省道路局 山田 榊吉)

鉄筋コンクリートラーメンの柱の座屈計算について

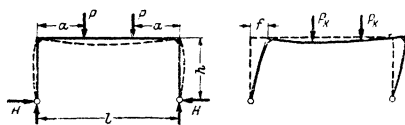
“Zur Knickberechnung der Stockwerkrahmen aus Stahlbeton”  
von Alfred Habel

Beton u. Stahlbeton, Heft 7, Juli 1956.

DIN 1045 (鉄筋コンクリートの規定) によればラーメンの格点が横方向に変位しないという仮定に従つて、柱の座屈長を階層の高さにとつているが、格点が横方向に変位できる場合には柱の計算上の座屈長をより長くとらなければならない。このことについて DIN 1045 には規定がないが、座屈長  $h_K$  についてだんだんとわかつてきたし、オーストラリアの規定にもすでに取入れられているくらいであるから、ドイツの規定として取上げるべきである(こう筆者は主張している)。

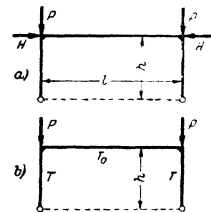
いま一層単スパンラーメンに対称な垂直荷重  $P$  を加えた場合を考える。この荷重によつて座屈する場合の平衡状態としては次の2種類が考えられる。

図-1



またこのことは荷重の位置 (a) に無関係であるので柱の座屈を考える場合には、対称荷重  $P$  と水平反力  $H$  とをこれらの水平垂直部材の端部に中心軸方向荷重として加えた形に近似することができる。水平部材があまり長くないときには図-2 (b) のように  $H$  を省略できる。

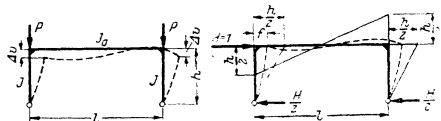
図-2



この仮定によつて計算された座屈荷重は理論的に求めた値より常に安全側にある。ただし高さの低いラーメンでは厳密解と近似解との差は無視できなくなる。また近似計算において柱の軸方向の変位を無視しているが、これと座屈長はやや大きくなる。

いま  $P$  によつて  $4v$  変位すると同一仕事量をもつ水

図-3



平力 ( $H=1$ ) による変位を  $f$  とすれば,

$$2 P_K \Delta v = \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot f$$

$\Delta v$  を  $f$  で表わして,

$$P_K \cdot \mu \frac{f^2}{h} = \frac{f}{2}$$

$$\therefore P_K = \frac{K}{f} \left( K = \frac{h}{2\mu} \right)$$

ここに  $K, \mu$  は近似的に定数である。この定数を求めるため、 $J_0$  を無限大とすれば  $P_K = P_E$  (オイラー荷重),  $h_{KE} = 2h$  であるから,  $K = P_E f_E$  となる。

$$P_E = \frac{K}{f_E}, \quad P_K = \frac{K}{f}$$

$$\therefore \frac{\pi^2 E J}{h K^2} = \frac{\pi^2 E J}{h_{KE}^2} \frac{f_E}{f}$$

$$\therefore h_K = h_{KE} \sqrt{\frac{f}{f_E}}$$

垂直部材の断面二次モーメントを  $J_0$  に直して, かつ座屈条件の変わらないようなラーメン垂直部材の高さ  $h'$  は

$$h' = h \frac{J_0}{J}$$

よつて  $f, f_E$  は

$$f = \frac{1}{E J_0} \left( \frac{2h'}{3} \frac{h^2}{4} - \frac{l}{3} \cdot \frac{h^2}{4} \right) = \frac{h^2}{12} (l + 2h')$$

$$f_E = \frac{1}{E J_0} \cdot \frac{2h'h^2}{12}$$

$$\therefore \frac{f}{f_E} = 1 + \frac{1}{2h'}$$

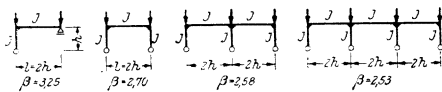
$$\therefore h_K = \beta h = 2h \sqrt{1 + \frac{l}{2h'}}$$

DIN 4114 (鋼構造物の座屈規定) と符号を合せて,  $l/h' = \frac{Jl}{hJ_0} = C$  とおき,  $C$  の修正係数として 0.822 を乗ずると

$$\beta = 2\sqrt{1 + 0.5 \cdot 0.822 \cdot C} = 2\sqrt{1 + 0.411 C}$$

この方法は固定端ラーメン, 多層ラーメンに適用でき DIN 4114 によく一致する。図-4 はこれによつて  $\beta$  を求めた例である。

図-4



これからわかるように  $\beta$  の値はスパンが多くなると減少するが, 3 スパン以上になるとほぼ一定値に近づくので多スパン ラーメンの  $\beta$  の値は 3 スパン ラーメンの値を用いれば十分である。

ドイツのプレストレスト コンクリートの設計指針解説 (Rüsch) に  $\beta$  の値として次のように与えている。

両端固定の場合  $\beta = 1.5$

一端鉸, 一端固定の場合  $\beta = 2.0$

これは

(1) 多層, 多スパン ラーメンでは誤差が大きい。実際は相当この値より小さいと考えられる。

(2) 1 層多スパン ラーメンでは固定ラーメンであ

れば 1.5 で十分であるが, 鉸ラーメンでは 2.0 より相当に大きくなる。

(3) 1 スパン多層ラーメンでは一般的に  $\beta$  を示すことはむづかしいので近似解法によつて計算することがよい (一般 2.0 以上になる)。

(4) 2 鉸ラーメンでは  $\beta$  は 2.0 以上になるので近似計算を行うのがよい。

(国鉄特殊設計室 松本 嘉司)

## レールの波状磨耗に関する一考察

“Betrachtungen über Schienenriffeln”

Guido Prister, Zagreb

Eisen Bahntechnische Rundschau, Mai 1956

レールの波状磨耗については今までに数多くの論文が公にされているが, その原因や防止法については結論を得ていない。筆者は最近におけるこの種文献を広く吟味して総合的な考察を試みた。

波状磨耗はその発生状況が複雑で, 全く発生しない場合もあり, 一度発生したレールでも途中から消失してゆく場合もある。Fink は実験的に波状磨耗を作ることに成功し, その生成が冶金化学的および物理的所産であると報告している。すなわち通過する車輪とレール路面間に, 鋼の化学反応によつて酸化被膜ができるが, これがレールとタイヤ間の磨耗係数を変えて物理的に摩擦振動を誘起し, 波状磨耗発生の原因となる。30 年以上も敷設されていて波状磨耗の跡が認められないのは, 酸化被膜が薄片にならず, 粉末になつてしまう場合で, これは両者の摩擦係数を低下させて, 車輪の定常的な滑動と回転を許すので摩擦振動を導かない。すなわち波状磨耗発生に際しては, この酸化膜による摩擦振動が決定的な役割を演ずるものであるとしている。

Puppés の報告によると, 鍛造鋼からなる車輪タイヤや, 良好なスプリングを備えた車両が, 波状磨耗の原因となつており, 一方鑄造鋼タイヤの車両の使用で波状磨耗が 14 週間内に消失している。Harnburg では St 60 から St 92 のタイヤに交換したために波状磨耗の発生を見ている。

Rosemeier の報告によると, 2 気筒機関車の通過する線区は, 3 気筒機関車の通過する軌道よりも波状磨耗の発生が多いといわれているが, いずれにしてもタイヤとレール鋼の材質の差違が摩擦振動を誘起する原因になると考えられるのは確かである。

Dresler の新理論によると, レールは磨耗によつて偏折部が除々にあらわれ始め, タイヤは部分的にこの偏折部から鋼を削り取り, 同時に偏折部がまだ暴れてない全域をも磨耗してゆき, このようにしてたえず小さな波状磨耗が偏折部から生じてくる。そして, 徐々に磨耗の山は磨耗と腐食によつて削り取られ, 波状磨耗は再び消失してゆくこともある。偏折部が残っているのに, 波状磨耗が消失してゆくのは, レールとタイヤ間にある被膜の状態いかんによるもので, はげしい磨耗と腐食によつて, 谷の部分の非偏折部も削り取られると, 特殊な化学的結合によつて始めと異つた被膜ができる。この新しい

被膜の物理的性質いかんで、波状磨耗は深くなつたり消失したりするのである。すなわちこの新しい被膜のためにレールとタイヤ間の摩擦係数が上昇または低下し、そのときの摩擦振動数の位相の差で発生または消失の条件が決ると考えられる。

波状磨耗生成の際に、塑性変形を生じるが、これは高周期振動による起熱現象によるもので、Späth, Hempel, Wiester 等は摩擦係数をかえる被膜の生成を、ブレーキ塵等の酸化物を窒素との高温による、化合物であるとして、冶金化学的生成を説いている。

筆者は上記の諸研究を基礎にして、総合的に次のように考える。すなわち波状磨耗の主原因は、摩擦振動であり、レールとタイヤ間の摩擦力の大きさによる両者間の滑動と回転によつてひき起されるものである。従つて摩擦振動を除くことがこれを防止する唯一の解決策であつて、物理的、冶金化学的にかきわめて密接な関係にあるこの問題に対し次のごとき対策を考えた。

物理的には、マクラ木量の増大およびレールの弾性支持であつて、タイパットつき弾性締結コンクリートマ

クラ木の使用がこの要求を満たすものである。また、レールの振動周期を変えるためにはマクラ木の材質も選ぶべきで、やむを得ず木製マクラ木を使うなら硬木を選ぶべきである。Ternat によると、コンクリート区間の発生率は木製マクラ木区間に比べて 8.4% であつた。

パットつき弾性締結コンクリートマクラ木の使用以来、今日まで波状磨耗の発生は見えていないが、まだ8年間だけの経験では、決定的な結論を出すわけにはゆかない。

冶金化学的方法としては、Späth の研究によるものであるが、この前記の被膜を除く方法、つまり波状磨耗を生じないレールはまだ完成されてない。実験的には、噴霧器である種の化学薬品をレール表面に噴きつけて、ある種の摩擦値の低い被膜を作することに成功した。これによつて摩擦振動、従つて波状磨耗生成を防ぐことが可能と考えられるもので、機関車に取りつけてレール踏面に噴きつけてゆくものである。

(国鉄鉄道技術研究所 沼田 実)

## 会 員 欄

### 鳴子ダムとノイローゼ

(鳴子ダムのエキスカベーションに参加して)

むかし間知石護岸の基礎工事設計仕様書に“岩盤層へ生松丸太の杭打ち、その上に梯子胴木云々”というのがあつた。これは、かつて建設省の前身、土木局時代に府県に河川災害費査定に行つたときの実例である。これはもちろんドサクサまぎれのミスである。このたび岩盤への杭打作業なるものを始めて鳴子ダムで見て感心した。すなわちアーチラストに直角の断面、しかも粘土層を含む幾多の断面を貫いて作つた横穴式トンネルの杭で、つまりベテスタル杭を横にした工法である。

しかるに、この基礎は花崗岩盤層であるから、前述の生松丸太を思い浮べて、杭など無しでも十分持ちはしまいかとの疑問が起つた。次の疑問は曲りくねつた洪水抜きトンネル(スピルウエー)は実験室の実験にとどめて実施には簡単に堤の中腹に

穴を開けたらどうであろうかと思われた。第三番目に堤の下流に作るパラボラ型の洪水ハネは勿体ない気がする。何も工作せず自然のままにして置いたらどうなるか?などとノイローゼの種になる疑問がつつぎに起つた。一般に河川は生きものといわれている。病体鳴子に対して注射や投薬があまりにも多過ぎはしまいか。ノイローゼは一事を心配すると何でもかんでも心配になる。建設省はアーチダムに対してあまり心配しすぎて、逆にノイローゼにかかつているのではなからうか。

といえいかにも非科学的に見えるから、その申し開きを述べよう。ブーソア式のアーチで2/3ほどキレツが入つてもアーチ全体としては崩壊しないものがたびたびあつた。これはアーチセオリーが未完成のためでなく、コンクリート強度の安全率のおかげである。ここに大地震がくればひとたまりもあるまい。ただし地震は人災でなくて天災である。鳴

子ダムは目的が洪水調節であるから少しぐらいのヒビ割れや漏水はかまうまい。とはいえ、地震でダムが崩壊したときの大洪水が心配である。だが、むづかしく考えて、鳴子に大地震が起る確率はダムの上流を土砂で充満したときの確率よりはるかに小さいはずである。

第二、第三の秋明、堤体から落ちる大瀑布のために下流部が深掘れする危険がある。しかし何年か経過して、ここに大滝壺ができたならモッケの幸い、危いと思うカ所だけを沈床やワク式の小修理で済ませ、大地震が来るまで待てばよいではないか。江合・鳴瀬は昔からノイローゼの種で今だにつづいている。ノイローゼはちよつとしたハズミでなおるものである。建設者はなぜこのダムをきわめて安価に仕上げて、ノイローゼの根源をたち切る方策を取らないのだろうか?

【正員 安東 功】

## “都市の宅地開発に関する具体的方策”懸賞論文募集について

都市不燃化同盟では上記のごとき懸賞論文を募集中ですから奮つて御応募下さい。

1. 課 題: 都市の宅地再開発についての具体的方策
2. 枚 数: 400 字詰 20 枚以内 (氏名, 住所, 職業および 400 字詰 2 枚以内の要旨)
3. 締切期日: 昭和 32 年 2 月 28 日

なお詳細については都市不燃化協会 (中央区銀座西 3-1 建築会館内) に御問合せ下さい。