



UDC 627.821. (076)

ダム設計、施工についての質問に対する J. L. Savage 博士の回答

正員 佐藤 志郎*

J.L. Savage 博士が昨年 10 月 5 日小河内ダム建設工事を視察され現場で種々有益な助言と指導をいただいたが、更に翌日質問応答の会合を催す予定であつたが博士夫人の御病気のため中止となつたので、博士が帰米の際質問書を持ち帰られその回答が洗般郵送されたので、小河内ダムのためだけでなく大方の御参考になる点もあろうかと思うのでここにその概要を公表する次第である。なお博士は多忙のため開拓庁のコンクリートダム部長 J.J. Hammond 氏、荷重試算解析部長 F.D. Kirm 氏にその回答を依頼され、両氏の説明は妥当なものであると附記されている。

質問 岩盤の bearing power を現地で測定する適当な方法はないか。

説明 (Kirm) 岩盤の許容支持力を決めるために多くの計画が試みられたが、私の知つている限りでは充分満足なもの一つもない (“Foundation Bearing Tests at Davis Dam” Structural Laboratory Report No. Sp 18 A. Engineering Laboratories Branch 参照)。

質問 貴国では通常コンクリートの許容応力をどの位にとつているか。

説明 (Kirm) 開拓庁の計画にかかわるダムの最大許容圧縮主応力は 1000 psi である。直線重力ダムには鉛直引張応力は許容出来ない。直線重力ダムの設計を決定するものは Stability factors であつて応力ではない。

質問 直線重力ダムの振れとビーム作用を調べるため、試し荷重法を適用する場合の信頼性如何。また sliding factor, shear friction factor 及び引張り応力が好ましくない数値になつた場合の対策如何。

説明 (Kirm) 開拓庁で築造している直線重力ダムはすべて試し荷重法で設計されている。この方法の精度は Grand Coulee Dam の模型実験により立証されている。荷重は振れ作用や梁作用によつてダムのア

バットに伝達される。直線重力ダムを単純な重力式解析で解くと正しい応力も Stability factor も見出せない。小河内ダムの縦断面を見ればわかる事であるが、接手に key をつけグラウトした場合、key をつけてグラウトしない場合でも相当量の荷重が振れ作用によりアバットに伝達されるであろう。このダムを試し荷重法で設計すれば堤体積を節約することが出来るであろうが、さもないければ接手には key をつけないでグラウトもすべきでない事がわかるであろう。

もし stability factor や引張応力が好ましくない数値になれば勿論設計を変更する必要がある。しかしそれも試し荷重法で現設計を検討してからの事である。

質問 非直線分布応力の計算を行う場合、slab analogy method と lattice method のどちらがよいと思うか。

説明 (Kirm) ダムの中の小さい範囲について非直線分布応力を計算する必要があるれば lattice method の方がよいであろう。しかし片持梁断面またはアーチ断面全体にわたつて必要であれば slab analogy method の方が適している。一般には水圧鉄管や監査廊のまわりの鉄筋の設計のためにダムの非直線分布応力が決められる。この計算には時間がかかるので Hoover や Grand Coulee のようなダム以外には、一般に計算されない。

質問 滑動に対する摩擦抵抗について Engineering for Dams の中に

$$\Sigma(p) = \frac{f \Sigma(W) + r S_a A}{S_s - f}$$

なる式があるが、 $f \Sigma(W)$ と $r S_a A$ とを加える事に疑問があるが貴下はどう考えるか。

説明 (Kirm) 上記の shear friction factor の式は開拓庁で現在設計している直線重力ダムの principal stability factors を決定するのに用いられていて sliding factor はもはやこの目的のためには用いられていない。 $\Sigma(W)$ はコンクリートの単位重量とダムに作用する鉛直荷重が既知ならば機械的求積機か求和

* 東京都水道局小河内貯水池建設事務所長

法により計算出来る。揚圧力曲線は勿論いかなる断面についても仮定しなければならぬ。実験室で試験した結果によれば内部摩擦係数 f は 0.8 から 1.0 より少し大きな値に変化している。一般には 0.8 が用いられている。

粘着力即ち単位剪断抵抗を表わす rS_a は実験室または現場で試験して決めねばならぬ。開拓庁では今数種の違った種類の岩石 core に対する rS_a 及び数個のダムからとつた core からコンクリートと岩との接触面における rS_a の値を定める実験計画をたてている。

質問 プラントの関係上我々は完全なプレクーリングはできないと思うのでコンクリート打設直後及び仕上げのパイプクーリングを計画しているが批判願いたい。

説明 (Hammond) このダムにパイプクーリングを施工すれば仕事はうまく行くであろう。クーリング用パイプは次のリフトを打つ前に 5ft のリフト毎に配置され、却却水はコンクリートリフトが打設されている間パイプ中を送られる。そしてコンクリートが所要温度になるまで続けられる。仕上げのクーリングは必要な時に後日行われる。

質問 Hungry Horse Dam のコンクリートの最高温度と安定温度との差は何度か。またこの温度差とブロックの大きさとの関係如何。

説明 (Hammond) 打設温度は 50~80°F であり、最高温度は短期間であつたが 100°F にあがつた。接手グラウトの時の最終温度は 38°F である事が要求された。色々な条件とアーチダムであると云う事により、38°F と云う年平均気温より 5°F 低い温度がとられた。

温度差とブロックの長さとの間には、一定の意味の明らかな関係はない。

質問 Hungry Horse Dam の縦接手は間隔を 185 ft にもとつているとの事であるが、その詳細な理由を伺いたい。

説明 (Hammond) このダムでは縦収縮接手の数を最小にすることが望ましかつた。温度上昇を低下させるためにセメントの量をへらし、またパイプクーリングを行つた。このダムには縦接手はただ一つしかなく、ダムの最高部で接手より下流面までの最大距離は 185 ft である。

質問 接手グラウティングに関して教示願いたい。

説明 (Hammond) 次の文献を参照されるとよいと思う。

(a) Grouting Constraction Joints, Diablo Dam, by J.P. Elston and A.W. Simonds, August

1, 1951;

(b) Technical Memorandum No. 617-Grouting Constraction Joints, Seminoe Dam, by A.W. Simonds, March 12, 1941,

質問 Hungry Horse Dam の接手グラウティングについて教えていただきたい。

説明 (Hammond) このダムは継接手と横接手によりブロックにわけられている。接手の代りとしてまたクーリングのためのスロットは作らなかつた。グラウトの系統およびグラウトの出口は開拓庁があらゆるコンクリートダムに使用している標準のものである。接手はどの接手も 50ft のグラウトリフトに区分され各リフトはグラウト止によりかこまれている。グラウトを接手に供給する支給本管の入口はダムの下流面高さ 50 ft 毎にあり、そのためその入口に行くことが出来るように下流面に木の棧橋がかけてある。接手グラウトに先立ち、グラウト管に水を通して接手を十分に洗滌する。一つの接手をグラウトする時にその圧力と平衡させるために隣接接手に圧力水を充満させる。そして打設冷却ができ上つた標高まで春先にこれを行う。

質問 貴国に於ける最近の継手止水の実例をお教示願いたい。

説明 (Hammond) 現在開拓庁で使用しているグラウト止は L の型で、20 ゲージの焼鈍銅より出来ている。

質問 Hoover Dam はアーチ式にした方がよかつたとあるドイツ人が云つているがどう思ふか。

説明 (Kirn) アーチダムはそれが厚かろうが薄かろうがどんなものでも、荷重のうち幾分かが重力作用によつて支えられるのであるからアーチ重力ダムと云うべきであろう。Hoover Dam の場合多分 75% の活荷重がアーチ作用によつて支えられているであろう。Hoover Dam が計画された時諮問委員会は最大許容応力を約 45 ton/ft² とおさえた。この条件に合わせるためダムを薄いアーチダムとして設計する事が出来なかつた。

質問 地震荷重を特殊荷重としてコンクリートの許容応力を 20~30% 増しにしてもよいか。

説明 (Kirn) 材令 1 年のコンクリートの強度が 3500 psi で地震を加えないときの許容応力を 800 psi としたとき、そして更に地震の最大水平分力が 0.15g を超えなければ、地震時の許容応力は 20~30% 増してもよい。しかし滑動によるダムの破壊に対しての shearfriction factors of safety はこのように評価してはならない。これらの係数は地震の影響を考慮してダムを試し荷重解析法により決定しなくてはならない。