



大堰堤用コンクリートの過去現在及び将来

(第3回堰堤会 report 44 より要約)

1. 過去のダム a. Elephant Butte Dam (1913~1916) ボルトランドセメント 52%+砂岩粉末 48%, 内部 1: 2.85: 5.45, $w/c=0.8$, 外部 1: 17: 3.85, $w/c=0.65$, セメント量 2 bags/cu.yd. 31年後の状況は漏水少く良好である。b. Arrowrock Dam (1912~1914) 内部ボルトランドセメント 55%+花崗岩粉末 4.5%, 1: 2.5: 50: 2.75, 外部ボルトランドセメント 66%+花崗岩粉末 34%, 1: 2.0: 4.0: 2.5, セメント量 2 bags/cu.yd. 1930年頃の試験ではこのコンクリートは他のボルトランドセメントコンクリートに比し良い成績を示したが, 烈しい温度変化と乾湿の繰返しにより下流面が崩壊した。c. Morris Dam (1932~1934) 低熱セメント使用, 内部 0.95 bbl, 外部 1.10 bbl, リフトの打設間隔は5日で 13年後の現状は顕著な亀裂, 滲透水及びアルカリ骨材反応による崩壊は見られない。使用骨材は花崗岩系で, 内部コンクリートは著しく荒々しかった。d. Bonneville Dam (1934~1937) ボルトランドポゾランセメント (75: 25) 使用, 内部 1.00 bbl, $w/c=0.63$, 内部 1.21 bbl, $w/c=0.58$, 10年後の状況は水密性, 亀裂の点では満足であるが, 表面は II 型セメントを使用したものに劣る。e. Norris Dam (1934~1937) 改良セメント $\frac{3}{4}$ bbl+Magnotia $\frac{1}{4}$ bbl (Slag 1 bbl=320 lb) 使用, 亀裂に関して特に利点は無いが, 内部コンクリートの打設を容易にした。f. Wolf Cleek Dam (建設中) II セメント 75%+天然セメント 25%, AE 材として Darex を使用し, 空気量 (最大骨材 $1\frac{1}{2}$ in) 3~6% で, コンクリート打ちに対し満足なる性質を与えている。

以上の結果から将来の配合として, 2 bags/cuyd セメント, 低い w/c のコンクリートをもちいるのがよいことが想像できる。

2. 将来のダムに対する特殊セメント セメント混和材及び空気連行, 大きなコンクリート構造物に対する特殊セメントはコンクリートの弱点を改良するよう研究されている。工兵隊においては特に烈しい風化作用を受ける外部に対して, 一層満足な結果を与える配合設計が得られたので, 近い将来にボルトランドポゾ

ランセメントを使用する計画は無い。現在研究されているのは貧配合コンクリートでボルトランドセメント $\frac{2}{3}$ 又は $\frac{3}{4}$ に天然セメント $\frac{1}{3}$ 又は $\frac{1}{4}$ を混合したものである。これは施工と耐久性の両面に大変良い結果を与え AE 材を使用する時は更に良い結果を得る。将来のダムコンクリートとして大切な事は強度ではなく, 不透水性と耐久性である。かかる性質を有するコンクリートは容積変化が最小でなければならぬのであつて, これがためには次の事柄が考慮されなければならない。

a. 骨材の選択 b. 反応性骨材の除去 c. 或る種の石灰岩及び dolomite の除去 d. 温度変化により影響を受ける骨材の除去 e. 砂の粒度と均一性の改良 f. 不透水性と耐久性に対する配合設計 g. セメント量の減少 h. 使用水量の減少 i. 練混に氷の使用 j. 計算, 練混, 打設及び養生の綿密なる管理 k. 堤体の一体性

3. 骨材 最近碎石用機械設備が採石技術と共に改良されたので, 人工骨材の欠陥は除去され, マスコンクリートにおいては人工骨材と天然骨材の場合とでセメント使用量に変わりが無くなった。又ダム内部用マスコンクリートは天然骨材と AE 材及び適当な粒度の砂を用いる場合, 160 lb/cu.yd. の水で充分コンクリートを打ち込むことが出来る。人工骨材の場合は 10% 増す必要がある。AE コンクリートでは耐久性やウォーカビリティーは普通のコンクリートにくらべるとよくなるがその効果は砂の大きさ粒度によつて大きい影響をうける。故に空気連行を効果的にし, 所要水量を減少するためには人工砂を用いるには, この事を充分考慮しなければならない。

4. 不透水性と耐久性に対する配合設計 ウォーカビリティーと耐久性を得るためには連行空気が必要で, 砂の粒度は適量の AE 材を用いた場合最小の水量で充分なウォーカビリティーを得るように決めるべきである。砂の粒度が (表-1) の示方粒度になつていないと空気量の充分な調節は困難となる。No. 100 以下の砂が多すぎると, 空気連行を妨げ所要水量を増し No. 30~No. 100 の砂が少いと 同じく空気連行を妨げ所要水量を増さなければならない。貧配合の場合には, w/c を小にすると耐久性, 強度及び所要の不透水性を維持し, 玉石や砂利の下側に w/c の大きい film の出来るのを防ぐ。玉石コンクリートに対する透水曲線によれば, 単位透水量は $w/c=0.7$ では $w/c=0.6$ の 3 倍, $w/c=0.8$ では同じく 8 倍に達する。貧配合マスコンクリートでは, その成分割合をよく鈎合せる事が水の所要量を減らす鍵となる。

5. セメント使用量の減少 容積変化を少なくするためには、水和熱の発生を少なくしなければならないが、これがために、(1) はセメント成分の変更、(2) コンクリート打設速度及びリフト厚の減少、(3) セメント量の減少の3つが考えられるが、(1)、(2)共に一般的且つ実際のでないで、マスコンクリートの配合設計では(3)の最小セメント量の方針をとるべきである。Ⅱ型セメントを使用すれば、2 bags/cu. yd. で28日強度少くとも2000 psiは得られるから、コンクリートが比較的不透水性で耐久性を有するならば、強度は問題とならない。空気連行の効果が明らかになった現在、所要水量を増し、空気連行を妨げる岩石粉の使用は適当でない。

6. コンクリート練混における氷の使用 これは最新工法の一つで製氷装置がコンクリートプラントの一部となつている。氷の使用は利点が多く、不利の点は少い。Fort Gibson Damは1947年9月打設を開始したが、最新式のプラントを有し、暑季(88°~99°F)には、コンクリート1cu yd 当り150 lbの氷を使用した。練混水は36~38°Fに冷却された。

1. 結論 高堰堤に対する多くの問題の回答は耐久性の増加であつて、これがためには次の方法をとる。(a) 最小限度の強度を得るに充分なw/cに釣合う範囲でセメント使用量を最小にする。(b) セメントの選択、(c) 反応性の無い骨材の使用、(d) (表一)に示された粒度の砂を用い、使用水量を最小にする。又表に示された配合でAEコンクリートを設計する。(e)

表一 マスコンクリートの試験配合

セメント量 bags/cuyd	2 2½ 3 4	
w/c	0.8 0.68 0.6 0.5	
スランプ in	2 2 2 2	
空気量 (1½ in) %	3~6 3~6 3~6 3~6	
砂の比率 %	25 25 25 25	
lb/cuyd	セメント	188 235 282 376
	水	150 160 170 188
	砂	920 900 880 850
	No.4~¾ in	500 500 500 500
	¾ in~1½	600 600 600 600
	1½~3	800 780 750 700
	3~6	950 920 890 860
	¾~No.4	0
	No.4~No.8	10
	No.8~No.16	15
砂の粒度	No.16~No.30	25±5
	No.30~No.50	25
	No.50~No.100	17
	No.100~No.200	5
	No.200以下	3

コンクリート最高温度の調節のため、氷又は冷却水(35°F)を使用する。(山本保晴)

若し原子爆弾が投下されたらシカゴの給水はどうなるか

What if an A-Bomb hit Chicagos water supply?
E. N. R, April 26. 1951

原子攻撃を受けた場合に放射能を有する水を如何にして浄化するか、シカゴ南部浄水場において過去数ヶ月に亘り次の2つの事項を目的として研究が行なわれた。

- (1) 急速且つ正確に水の有する放射能を決定する方法を誘導せしめること。
- (2) 大量の水から放射能物質を除去すべき実用的且つ経済的方法を見出すこと。

未だ放射能を有する水を安全に処理するには未解決な疑問があるが、シカゴ当局及び合衆国の科学者達は2, 3, の解決法を見出した。例えば凝集、沈殿、濾過によつて放射能のいくらかを除去し得ることはよく知られている。シカゴ当局は南部浄水場において主任技師 John R. Baylis, 主任化学者 H. H. Gestain, 及び J. T. Cross の監督の下で研究を行い、「原子爆弾が投下されたらどうするか」と云う報告書を Public Works Commissioner OE, 及び City Engineer WW. Deberard へ提出している。

若し攻撃を受けたら北部が弱体である。

南部浄水場ではシカゴの人口、3 606 000 人の ⅓ に対しては給水を確保できるが、西部及び北部の残りの ⅔ は飲料水の危機に直面することになる。

12 のポンプ場を動かし配水施設を最大限に使用しても全人口の ⅓ は飲料水なしということになる。従つて北側では南側から汚染されていない水を量の多少に拘らず運搬して貯水しておくべきである。市当局はこの様な応急用に 15 000~100 000 ガロンの容量の約 1 500 の撒水槽を備えている。

Hewitt, 及び Deberard は市民に対して少くとも一週間分の水を家庭に貯水しておくように勧告している。

上記の外に原子攻撃をうけた場合、飲料水、貯水用として大きなビルディングには house tank あり、又、2 500 000 gal/d の水を汲上げる約 200 ケ所の地下水井及び郊外貯水池がある。最近郊外では何処でもシカゴから水を購入して少くとも 24 時間は給水できる貯水池を設けることを主張している。現在郊外でシカゴの水を購入している所は 48 ケ所あるが、その中 17 ケ所は地下貯水池を有しその貯水量は 59 000 000 ガ

ロンと見積られている。

北部浄水場の必要性 南部の人々は 320 mgd の能力を有する南部浄水場によつて給水面では或る程度保証をされているが、北部の人々はミシガン湖の取入口あたりに原子攻撃をうけた場合給水面で殆んどその保護を受けることがない状態である。従つて必然的に北部浄水場が資材及び建設計画が許可になり次第速かに実現することが望ましい。

原子力委員会の考察 原子力委員会の実験報告書によれば、核分裂をなす物質を化学的に沈澱せしめるには大なる PH 値において処理するのがよく、石灰及び鉄化合物を必要とすると云うことである。この処理には石灰は普通売出されている生石灰又は消石灰を使用し、鉄化合物には硫酸鉄を使用する。最近シカゴでは凝集剤として石灰及び硫酸アルミウムを使用している。若しミシガン湖が核分裂物質にて汚染されるようならば、石灰の量を非常に増加させることが必要である。硫酸鉄が 9.0 より大なる PH 値において良好なる沈澱をなすに反して硫酸アルミウムは 8.0 以上においては良好な凝集剤とはいえない。最初浄水場を沈澱用に硫酸鉄を使用するように設計しておけば他には何等施設を改造する必要はない。

湖の放射能汚泥 何故凝集、沈澱濾過の各作用が放射能水の処理上、斯の如く重要な要素があるか、その主な理由は次の如くである。若し原子爆弾がミシガン湖の取入口附近に落下するならば多量の泥を攪拌することになる。而して之が水中に浮游しコロイド粒子の多量が放射能を吸収する懸濁質の大部分は直ぐに湖底に沈澱するが、風によつて生じた波が一層泥を攪拌させてその濁度は少く見積つても現在よりも 2 倍になるであろう。湖水取入口から取水された原水は冬季においては比較的高い濁度を保持している。1950年11月1日から今年の2月14日までの106日間に89日間は濁度が10以上であつた。

これは U. S. Public Health Service によつて規定された飲料水用の濁度としては最高である。11月中の平均濁度は12であり12月中は22であつたが最高75に達したのが2日間もあつた。放射能水の問題は原子攻撃をうけた後にすぐには解決されるものではない。

放射能物質は溶解して水の流れによつて湖中に拡散し湖底に沈澱しても次第に波の作用によつて水中に浮游するであらう。若しその濃度が大きければその水の消費者にとっては健康上絶えず脅威となるであらう。

南部浄水場内実験所に設けられた2の検査装置はこの水の放射能の検出に対して可成りの光明を与えてい

る。

Monitoring 装置 Ractiation Counter Laboratories Inc. によつて製造された機械によつてシカゴでは β, γ 線の如き水中の放射能連続してグラフに画いている。この操作は Monitoring 装置が原水送水管から一定量の流速をとりこれを連続的に Geiger-Muller counter に接触させている。而してガイガー計算器に現れる電圧の変動が図表に記録される様になつている。しかしながらこの機械は原子の爆発によつて生ずる核分裂をする物質の量を検出するのに最後のな方法ではない。若し今後もこの検出法や測定法に対する研究を続けなければ誤れる結果をもたらすことになるであらう。

核分裂のサンプルの必要性 現在南部浄水場における研究で最も大きなハンディキャップとなつているのは原子爆弾中に存在することが知られている核分裂のサンプルを入手することが不可能なことであつた。しかしながら交渉が行なわれて数週間以内に入手できる見透しがある。今迄シカゴで行われた研究では放射性汚素についてのみであり、Monitoring 装置も他の核分裂物質の存在を検出できるかどうか未だ決定されていない。又種々の物質に対して決定的な効果のある投入剤や24時間、30日間或は無限に消費上危険なく使用できるものがないだらうか、などという問題が未解のまゝ存在している。

龐大なる数字 昨年9月発刊された書物で原子力委員会は普通の小爆弾による核分裂によつて生ずる γ 力の合計概算して 8.2×10^5 Megacuries になると述べている。これは 820 000 Megacuries 又は 820 000 000 000 000 Curies である。1 Curie は 3.7×10^7 disintegrations 又は 37 billion に等しく、エネルギーの 2.1×10^{10} Mev に相当する。1 Mev は百万電子ボルトである。この全エネルギーは24時間以内で 3.4×10^{16} Mev にまで減少するがそれでも未だ龐大な数である。しかし最初の数はこの6.165倍である。減少量は龐大なものであるが残量も大である。

若しこの様な爆弾がミシガン湖中取入口附近に投下されたら正確には見積ることが出来ない程の放射能物質により非常に汚染されるのである。

前述の天文学的数字と比較して水中に含まれるのは 1 cm^3 当り 4×10^{-6} microcurie である。

(岩塚 良三)

鉄筋の付着強度及び定着についてのアメリカの示方書 (Building code) の改正

アメリカでは、異形鉄筋が非常に広く使用されてい

るが、最近その研究が進み、種々改良された型の鉄筋が考案され、これらについての実験や研究がなされた結果、鉄筋についての示方書の今までの条項では不十分であることがわかつたので、これを改正することが必要となり、委員会をつくつて検討中であつたが、1951年2月20日の年次大会で決定され、Journ. of ACI, April 1951 にその改正が発表された。

その改正の要点は

(1) 普通鉄筋(古い型の異形鉄筋を含む)の許容付着応力度を小さくし、新しい型の異形鉄筋に対しては今までの許容応力度より大きくしたこと。

(2) 鉄筋が、その下方に12"以上の厚さのコンクリート層を有する場合には、その許容応力度を一般の値よりも小さくするようにしたこと。

(3) 普通鉄筋には総てフックをつけるようにしたこと。(ふるい示方書では、これを special anchorage としていた。)新しい型の異形鉄筋ではフックをつけないでボンドだけで、古い型に special anchorage をしたときと同じ程度の定着ができると考えたことなどである。尚、本文中()内の字句は改訂または削除される部分であり、太字は改訂された条文である。

505 鉄筋の組立て

(a) 鉄筋はコンクリートまたは金属性の座がねまたはスペーサーを用いて正確に組立て、適正な位置に固定しなければならない。柱の場合を除いて、並行鉄筋の最小純間隔は、鉄筋の公称直径とする。(並行鉄筋の最小純間隔は、丸鋼に対しては、その直径の1.5倍、角鋼に対しては、その横寸法の2倍とする。903条によつて定められた特殊定着を用いる場合には、並行鉄筋の最小純間隔は、丸鋼に対しては、その直径、角鋼に対してはその横寸法の $\frac{1}{2}$ とする)どんな場合でも鉄筋の純間隔は1"よりも小さくしてはならないし、また粗骨材の最大寸法の $\frac{1}{3}$ 倍よりも小さくしてはならない。はりまたはけたで、2またはそれ以上の層に鉄筋を設ける場合には、各層間の純間隔は1"よりも小さくしてはならないし、上層の鉄筋は下層の鉄筋の真上におくようにしなければならない。

902 鉄筋の定着

(a) 連続はり、固定はりまたは片持りの各スパン、またはラーメン部材の負鉄筋は、支持部材の中にまたはこれを越えて付着力、フックまたは機械的な定着方法によつて適当に定着しなければならない。このようなスパン中で鉄筋を終らせる場合には、すべての鉄筋は、正鉄筋でも負鉄筋でも、計算上必要でなくなつた点から更に鉄筋直径の少くとも12倍は延長して

おかねばならない。すべて鉄筋は、これてうけもつ最大引張力に、真直かまたは折曲げて十分な長さ埋込んで、付着力で抵抗させるか、またはその他の方法で定着して抵抗させるかしなければならぬ。(鉄筋の最大応力の生ずる点からその終端までの長さが、付着力だけでは最大応力に対して十分抵抗できない場合には、鉄筋はその端にフックをつけて、最大応力に対して十分な点までこれを延ばさなければならない。)もし必要な場合には、鉄筋をこれと15°より小さくない角になるように腹鉄筋を横切つて折曲げ、反対符号のモーメントに抵抗する鉄筋に連続させてもよい。

(b) 連続はりの正鉄筋の中で、その少くとも $\frac{1}{4}$ は、はりの同一の側にそのまま延長して、支持部材中に6"だけ埋込まなければならない。(鉄筋直径の10倍以上)

(c) 単純はりあるいは連続はりの自由端においては、正鉄筋の少くとも $\frac{1}{3}$ は曲げ上げないで支承中に6"の距離に達するまでこれをそのまま延ばさなければならない。

903 普通引張鉄筋

引張力をうける普通鉄筋は、連続部材の内部支承における正鉄筋でフックを必要としない場合をのぞいては、すべて定められたフックをつけて定着しなければならない。

904 腹鉄筋の定着

腹鉄筋として用いられた個々の鉄筋は、次の方法の中のいずれか1つの方法によつて各端を定着しなければならない。

1. 縦方向鉄筋に溶接する。
2. 縦方向鉄筋のまわりを180°とりまいてしつかりとフックする。
3. 付着応力度が普通鉄筋では $0.045f_c'$ ($0.04f_c'$)、異形鉄筋では $0.10f_c'$ ($0.05f_c'$)をこえない点まで、はりの中央より上または下の圧縮側に埋込む。

1103 らせん鉄筋柱

(c) 柱の軸方向鉄筋に重ね継手を用いる場合には、重ね合せの最小量は次のようにしなければならない。

1. 異形鉄筋で3000psi以上の強度のコンクリート中に用いる場合には、硬鋼または中硬鋼の鉄筋ではその直径の20倍、特に降伏点のない鉄筋に対しては、許容応力が20000psiをこえるとき1000psiごとに直径に等しい長さ増加させなければならない。コンクリートの強度が3000psi以下の場合には、重ね合せの量は、上述の値より $\frac{1}{3}$ だけ増大させなければならない。

2. 普通鉄筋に対しては、重ね合せの最小量は、異

形鉄筋に定めた値の2倍としなければならない。(25%増)

表-1 コンクリートの許容応力度

摘 要	許 容 応 力 度					
	302 条による コンクリート強度に 対して $n = \frac{30\,000}{f_c'}$	最大値 psi	コンクリートの強度			
			$f_c' = 2\,000$ psi $n = 15$	$f_c' = 2\,500$ psi $n = 12$	$f_c' = 3\,000$ psi $n = 10$	$f_c' = 3\,750$ psi $n = 8$
曲げ応力度: f_c						
曲げ圧縮縁応力	f_c	$0.45 f_c'$	900	1 125	1 350	1 688
無筋コンクリートフーチングにおける曲げ引張縁応力	f_c	$0.03 f_c'$	60	75	90	113
せん断応力度: v (斜張応力をとるための)						
腹鉄筋のないはり	v_c	$0.03 f_c'$	60	75	90	113
腹鉄筋のあるはり	v_c	$0.12 f_c'$	240	300	360	450
コラムキャピタルまたはドロップパネルの端から h の距離にあるフラットスラブではフーチング	v_c	$0.03 f_c'$	60	75	90	113
フーチング	v_c	$0.03 f_c'$	75	60	75	75
付着応力度: u						
異形鉄筋						
トッパー		$0.07 f_c'$	245	140	175	210
2方向フーチング版(トッパーをのぞく)		$0.08 f_c'$	280	160	200	240
その他の場合		$0.10 f_c'$	350	200	250	300
普通鉄筋(フックをつけなければならない)						
トッパー		$0.03 f_c'$	105	60	75	90
2方向フーチング(トッパーを除く)		$0.036 f_c'$	126	72	90	108
その他の場合		$0.045 f_c'$	158	90	113	135
支圧応力度: f_c						
全断面のとき	f_c	$0.25 f_c'$	500	625	750	938
断面の $1/3$ 又はそれ以下の場合	f_c	$0.375 f_c'$	750	938	1 125	1 405

(註) 1. トッパーとは、その鉄筋の下方にコンクリートが 12" 以上の厚さがある場合の水平鉄筋である。
 2. f_c' : 28 日圧縮強さ (丸安 隆和)

異形鉄筋の規格

A. C. I. の Building Code で考えられている異形鉄筋は A. S. T. M. Designation: A 305 のものである。

異形鉄筋の寸法

公称寸法 in	断面積 sq. in.	公称直径 in.	凸部の間隔と高さ		公称周辺長 in	最大間隙 (公称周辺長の 12.5%の延長) in
			最大平均間隔 in	最小高さ in		
丸筋						
3/8	0.11	0.375	0.262	0.015	1.178	0.143
1/2	0.20	0.500	0.350	0.020	1.571	0.191
5/8	0.31	0.625	0.437	0.028	1.963	0.239
3/4	0.44	0.750	0.525	0.038	2.356	0.286
7/8	0.60	0.875	0.612	0.044	2.749	0.334
1	0.79	1.000	0.700	0.050	3.142	0.383

(編集部)