

転圧コンクリートの実施例について

旭川鉄道管理局 競 清 男

1. ま え が き
2. 配 合
3. 試 験 方 法
4. 施 工
5. 試 験 成 果
6. む す び

1. ま え が き

一般的に考えて、よいコンクリートをつくるのに一番大切なことは、使用水量を少なくすることであることは誰れでも知っている事実である。

強度・耐久性・すりへり抵抗等をもつて居り、容積変化の小さいコンクリートを造るという点から考えてもこのことは明白である。ところで使用水量を小さくすることから起る唯一つの難点は、コンクリートが打ちにくくなることであるから、この打ちにくい点をこくふくしたのが機械力による転圧締め固めである。転圧締め固めによるので、工種の範囲がおのずから限定されて、おもには道路とし、貨物地平積卸場および貨物通路等に用いられることが考えられる。

旭鉄におきまして、北大工学部交通第2研究室 板倉教授のご指導のもとに、新工法として昭和30年度に2件を試行した。今年度分の施工をあわせると表-1のとおりである。

表-1

年 度	件 名	面 積 (m^2)
30	稚内駅貨物通路舗装改築工事	444.5
	深川駅貨物通路舗装改築工事	1,376.6
31	旭川駅貨物地平積卸場増設工事	1,321.0
	深川駅貨物通路増設工事	642.6
	留萌駅貨物通路増設工事	1,144.4
計	5 件	4,929.1

2. 配 合

まえがきに申しあげたように、高強度のコンクリート

を造るには、使用水量を少なくすることであつて、水量そのほかすべて 板倉教授のご指導によりまして、施工上においても適当であり、セメントを節約して且つ舗装コンクリートとして最も要求される曲げ強度 80 kg/cm以上を要求する配合は、図-1よりコンクリート1立方メートル当りセメント 210 kgとして粗細骨材比2.5をとり、水・セメント比は表にはありませんが40%が適当ということであつたので、配合は表-2のように決定した。

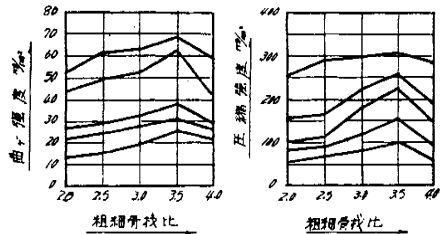


図-1 粗細骨材比と曲げ強度および圧縮強度との関係

北大 板倉教授研究資料より（許可済）

表-2 配 合 表

W/C	%	40.	細 骨 材	比 重		2.5
セメント	kg	210.		単位容	標準 kg	1,537.0
水	kg	84.		積重量	軽装 kg	1,362.0
G/S		2.5		空 隙 率 %		39.1
細骨材	kg	638.	粗 骨 材	比 重		2.6
粗骨材	kg	1,562.		単位容	標準 kg	1,793.5
予定買入度		3~4		積重量	軽装 kg	1,688.5
cm				空 隙 率 %		31.8
セメント種別		普 通				

粗細骨材比は 図-1 では 3.5 が最も強度を発揮するのですが、施工にあつてコンクリートの混合が粗悪であると、砂利と砂が混合しないで、それぞれ片寄つて砂利ばかりの部分ができるおそれがあるので、安全側に取つて2.5の割合とした。

このような配合は、固練りコンクリートというよりも

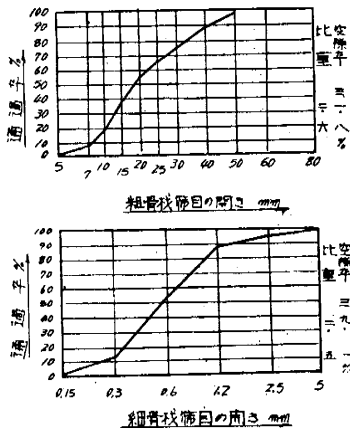
まだ固く、且つ貧配合でありまして、アブラムスの水・セメント比の法則をとうていあてはめることのできないコンクリートである。

板倉教授は、セメントマカダム舗装と表現しておられますが、旭鉄におきましては、普通コンクリートと同じ材料・同じ方法で混合して、ただ締め固め方法だけ変えて、マカダムローラーをもつて転圧いたしますので、転圧コンクリートと称し、配合は普通コンクリート同様重量配合にしておる。

図一2は、JIS A1102 骨材フルイ分け試験方法による粗細骨材の粒度曲線であり、旭川駅貨物地平積卸増設工事のものを掲載した。

普通コンクリートとしては良好といえる粒度であり、又転圧コンクリートと致しましても良好と思われる。産物は石狩川で旭川市金星橋附近から採集した。

結局この配合で、材令28日の曲げ強度 30 kg/cm^2 以上を要求している。

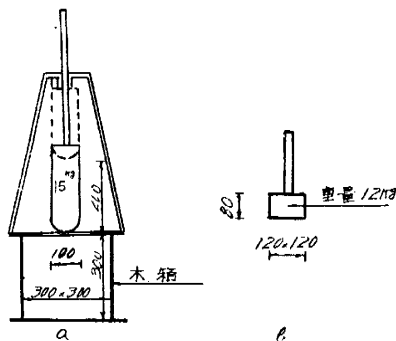


図一2 粒度曲線図

3. 試験方法

イ、貫入度測定方法

今迄申し上げました様に、使用水量が少なく打ちにくいコンクリートでありますので、JIS A1101 スランプ測定方法によつてスランプを測定することが出来ないの、図一3に示す貫入試験器が考えられている。



図一3 貫入試験器

混合されたコンクリートを $30 \text{ cm} \times 80 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$ の木製型わくの中に詰める。これはほぼ等しい高さの2層に詰めて、各層は図一3のbに示す重量 12 kg の1辺 $12 \text{ cm} \times 12 \text{ cm}$ の正方形板をもつた突き金具で54回突いて突き固める、上面の余分のコンクリートを定規でかき取りますが、表面仕上げはしないで突き金具で軽く押えつける程度にとどめた。

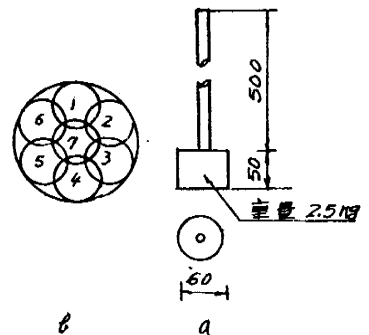
次に図一3のaに示す試験器具を用いる、直径 10 cm 長さ 30 cm で先端部分は半径 5 cm の球状をしていて、重さ 15 kg の貫入カンとこれを落下させる台わくからなつていて、これを先に突き固めたコンクリートの面上 20 cm の高さから落下させる。その貫入した深さを cm で表わして貫入度とするのである。

貫入試験器は、市場に販売されていないので、国鉄機関において製作した、桿に目盛りをし、滑り止めを造つておきましたので操作は大変便利であつた。

ロ、圧縮強度試験供試体の造り方

土木学会昭和24年 固練りコンクリートの圧縮強度試験方法によつた。

型わくは JIS A1108 に規定するもので、径 15 cm 高さ 30 cm のものを使い、突き棒は供試体の径 15 cm の場合に定められた図一4のaに示すものである。



図一4

直径 2 cm 長さ 50 cm の一端に圧縮面の直径 6 cm 高さ 5.3 cm の円盤をつけた重量 2.5 kg のものを使用した。

次にコンクリートの打込みであるが、コンクリートは3層に分け、突き固め前の厚さは、シリンダー径 5 cm でスランプのないときは 14 cm と定められている。上面をほぼ水平に均らし、突き棒は鉛直に 10 cm の高さより落下させて突き固める。突き固めの順序は、図一4のbにより7度の突き固めを1回の作業とする。回数はコンクリート 1 m^3 当りの水量に応じており、 110 kg 以下のときは60回となつている。

$$7 \times 60 \times 3 = 1260 \text{ (度)}$$

供試体1本を造るのに 1260 度突き、3本造れば 3780 度突きます。

一見して楽な作業のように思われますが、実際に私が造つて見ましたが1人では到底3本を造ることができなかった。

第2層および第3層の突き固めには、別な型わくの底板をとり外して、本体の型わくの頂面に重ねて突き固めなければならない。第3層を突き固めたのち、コテで余分のコンクリートを掻き取り、セメントペーストで仕上をして型わくを取外し、養生および試験をした。

ハ、曲げ強度試験

JIS A1106 コンクリートの曲げ強度試験方法により、供試体寸法は粗骨材最大寸法 5 cm であつたので、断面は 15 cm×15 cm で、長さはいりの高さの3倍に 8 cm を加えたもので、15 cm×15 cm×53 cm を造つた。

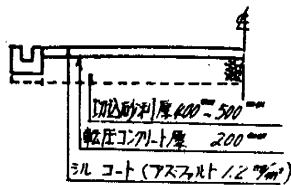
型わくは木製で厚さ 80 mm で底をつけ、路盤上にローラーの進行方向に長手におき、コンクリート版の中に埋込み転圧して、型わくとも丁寧に掘起し上面を掻き取りコテで手直しをする。隅角部は填充が不充分であるので、モルタルを流し込み形成する。

強度試験は、単純バリ 3 等分点荷重方法で供試体に詰めた側面を上下とし、試験荷重は鉛直で偏心荷重がかからない装置で試験する。

4. 施 工

イ、路床工

路床は所定の根掘完了後撒水しつつマカダムローラーで凹凸のないように転圧した。



図—5 一般断面図

表—3

施工 ヶ所	根掘深さ (鋪装面 より) (cm)	凍結深度 (cm)	土 質	積算寒度 (-°C)
稚内	60	70 90	頁 岩 層	600.5
旭川	70	70 90	砂 利	723.0
深川	70	50 70	粘土交り砂	652.0
留萌	60	50 70	砂交り粘土	524.5

ロ、路 盤 工

路盤には切込砂利で礫約 50% 混入のものを 1 層約 30 cm の厚さを標準として、8 t のマカダムローラーで充分転圧しながら所定の厚さにし、JIS A1215 道路の平板載荷試験方法により $K_{30}=20 \text{ kg/cm}^2$ 以上となるように転圧した。

なお表面の凹凸は砂で整正して型わくを据付けた。

ハ、型 わ く

型わくは高さ 20 cm 厚さ 5 cm で、コンクリート転圧に当つて生ずる横圧力にたいし充分安全な剛度を持つように長さ約 1 m の鋼棒を建植し、パッキンで位置・高低・とりを確実に据付けた。翌日作業分は前日に据付

け検査し、コンクリート打込み前にも検査した。

ニ、コンクリート

コンクリート打込み前にあらかじめ路盤面に少量撒水して、砂を湿潤にし、大きな礫が露出しているときにはこれを取除き、砂と置換えて締め固める。

ビルディング型傾胴ミキサーを用い、現場配合に修正した配合により重量配合で充分混合し、転圧による減厚を見込んで敷込みレーキでほぼ平らに均らし、8 t のマカダムローラーで 1 時間以内に転圧した。

練り混ぜ後運搬中また転圧中に水分が発散し、朝の霧のあるとき、日中の日照時等で転圧に困難した。

転圧中不陸を生ずると見られるときはレーキでかき取り、かき寄せまた補充して転圧する。転圧中小さな亀裂が表面にできるが、車輪跡を残さないように充分転圧すると減少し多少あつても強度にさしたる影響をおよぼさないとされている。

でき上り面は定規(長さ約 10 m)を当てて形状の良否を検査した。

旭川駅貨物地平積卸場では貫入度 3 cm のとき、10 t マカダムローラーで転圧したところ、表面が軟化するので、貫入度 1 cm に減らして転圧した。このように打ち難いコンクリートであつたため、JIS A1101 規格によるシリンダー製作は、突き棒が軽くて充分な突き固めができなかつたので、強度も低く、密度が小さかつたわけである。

板倉教授のご批判によりますと、版はもつと強度が出ているであろうとのことであり、今後は曲げ強度試験供試体の折片でもつて JIS A1114 ハリの折片によるコンクリートの圧縮強度試験方法によつて試験すべきであるとのことであつた。

貫入度とローラー重量とは密接な関係があるという簡単な事実を識つたわけである。

ホ、養 生

コンクリート養生は、コンクリート中に含まれるセメントの水和作用を助け、コンクリートに所要の性質をあたえ、十分硬化するまで危害・破損作用の加わらないようにする人為的作業である。

養生には数多くの方法がありますが、取り扱いの難易がともないまた経済上の問題がともなうので、被膜封緘剤が登場した。

封緘剤による養生の研究で板倉教授は権威でございすのでまたご指導をお願いした。これにはクレハロンラテックスを使用した。

コンクリート転圧後直ちに 5 倍溶液すなわちラテックス 1 にたいして水 4 の割合で農用噴霧器を用い、1 m²につき溶液 0.7 ℓ の割合で撒布して、白色状の被膜を造つたが、丁寧に計画的に撒布しなければ効果を著しく減ずる

表—5 圧縮・曲げ強度一覧表

施 工 ヶ 所	施 工 年 度	圧 縮 強 度 (径 15 cm・高 30 cm)						曲 げ 強 度 (15 cm×15 cm×53 cm)						ロ ー ラ ー 量 (t)
		養 日 生 数 (日)	重 量 (kg)	密 度	貫入度 (cm)	強 度 (kg/cm ²)	平 均 (kg/cm ²)	養 日 生 数 (日)	重 量 (kg)	密 度	貫入度 (cm)	強 度 (kg/cm ²)	平 均 (kg/cm ²)	
稚 内	30	7	13.1	2.47	3.5	266.6	254.6	28	28.4	2.38	3.1	32.0	36.0	8
			13.0	2.45	3.4	243.3			29.4	2.46	3.1	42.0		
		28	13.1	2.47	3.1	296.6	293.2		29.1	2.44	3.1	33.9		
			13.1	2.47	3.3	289.8								
深 川	30	7	13.1	2.47	2.0	234.5	226.3	28	29.6	2.48	2.0	45.6	43.0	8
			13.2	2.48	2.0	226.5			29.2	2.45	2.0	41.7		
			13.3	2.45	2.0	218.0			29.5	2.47	2.0	43.0		
		28	13.1	2.47	2.0	311.0	333.0							
			13.1	2.47	2.0	329.0								
			13.1	2.47	2.0	359.0								
旭 川	31	7	12.5	2.36	1.0	102.0	104.7						10	
			12.6	2.38	1.2	106.0								
			12.5	2.36	1.0	105.0								
		7	12.2	2.30	1.0	79.3	89.0							
			12.2	2.30	1.6	95.1								
			12.2	2.26	1.2	92.7								
深 川	31	7	13.4	2.45	1.0	161.5	172.5							
			12.9	2.43	1.0	178.5								

ものである。

被膜後湿砂を厚さ 2 cm～3 cm に被つたが、湿砂を撒布するには、なかなか撒り難いので丁寧に扱わないとせつかくの被膜を損じてしまう。

へ、シル コート

コンクリート版面の保護として簡易舗装を実施した。版の表面にアスファルトと骨材とを別々に撒布して厚さ 2 cm 以下に仕上げるものである。

表—4 ストレート アスファルト規格

試 験 項 目	規 格
水 分	0
針 入 度	80～120
伸 度 (15℃)	100 以上
引 火 点	200℃ 以上
蒸 発 量	1% 以下
蒸発後の針入度	原針入度の 65% 以下
四塩化炭素可溶分	99.5 以上

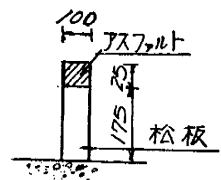
ストレートアスファルトはその質均一で 175℃ に加熱して泡立たないもので表—4 の規格に合格したものを、1 m² に 1.2t の割合で噴霧器により均一になるように撒布のうえ、直ちに乾燥した荒砂 (粒径 5 mm～2.5 mm 程度のもの) を箒で敷き均し、マカダムローラーで転圧し定着した。施工時期が遅くなつたため、撒布したアスファルトが冷却されるので液状になり且つ荒砂が定着しにくくなるため雨で流されるものもあり、また手でこすると上面のものが剥れるものもあつた。

施工の時期を盛夏の候に選ぶようにしたいものである。

ト、膨脹目地

膨脹目地はコンクリート版の不同持上り、コンクリート版端における荷重の伝達を防止するために、コンクリート版の目地のうち重要なものである。

現状では一般に路盤条件がよい場合は施工を入念に行なえば、簡易な工法でよいと



図—6 膨脹目地

の考えから厚さ 10 mm の突きつけ膨脹目地を採用した。
(図—6)

目地材として、版下面より 175 mm は松板を、上部 25 mm はアスファルトとし間隔は 20 mm とした。

5. 試験成果

圧縮強度試験は JIS A1108 コンクリートの圧縮強度試験方法により 7 日および 28 日圧縮強度試験を行なったが、たの工事の関係があつて個数が少なかつたことを残念に思っている。

供試体の製作に誤りがあり、本稿をまとめるとき発見された。全体を観察して斑がある。30・31 年度稚内・深川は図—4 の a による突き棒を落下させて突き固める字句の解釈を誤つて、力を加えて突き固めたため規格より充分となり、また製作者の個人差も当然考えられる。

7 日強度は 28 日強度の 68% ~ 77% で概略 28 日強度のほとんどを出している。

旭川の供試体の製作は規格によつているので、他と比較して強度が弱く密度も少ないわけである。

このようなコンクリートは、土木学会昭和 24 年 固練りコンクリートの圧縮強度標準試験方法によるべきでないと板倉教授より指摘されました。今後は前に申し上げました、曲げ強度試験供試体を造り曲げ試験後、折片をもつて圧縮試験を行なうことにしたい。

曲げ強度試験は表—4 のとおり大体満足すべきものと思つている。

今後は板倉教授のご意見により使用開始の曲げ強度は

25 kg/cm² 以上、28 日曲げ強度は 40 kg/cm² 以上のものにしたいと考えている。

今回土木学会制定コンクリート標準示方書が改正されました。この主旨のうちの一つは品質管理および工事の記録をとることであつて、私達もこの主旨にそい励行するつもりである。

6. むすび

以上申し上げましたが、施工法並びに試験方法について多々学ぶべき点がありました。これを基としてより良き効果をあげるように努力するつもりである。

今後この工法が採用されることになつているので、次のようなことを考えている。

イ、設 計

粗骨材の最大寸法を版厚さの 1/3 にしてみる。

粗細骨材比を 3.0 まで大きくしてみる。

版の厚さを薄くする。

ロ、調 査

コンクリート亀裂の調査。

シルコートの剝離状態と修繕の週期。

ハ、試 験

品質管理および工事記録の実施。

試験供試体を多くとること。

以上のとおりである。

終りにあたり終始ご指導と試験にご協力をいただいた板倉教授に深く謝意を表する次第である。