

スリップフォーム

2000年 4月

第12号

CONTENTS



p.2 スリップフォーム工法による
コンクリート舗装の施工
建設省 東北地方建設局 道路部長 水本 良則

p.3 工事の紹介
塩ビ管巻きタイプのトンネル内円形側溝の施工
道央自動車道長都川橋防護柵改良工事

p.4 V型水路(仮排水)の施工

p.5 スリップフォーム工法における
寒中コンクリートの養生方法の検討

p.7 施工機械紹介
ヴィルトゲン社製SP250
スリップフォーム工法 Q&A

p.8 編集後記



スリップフォーム工法による

コンクリート舗装の施工



建設省 東北地方建設局
道路部長

水本 良則

少子高齢社会を迎え、公共事業においては、より効率的・効果的な執行が求められている。コスト縮減と同時に省力化施工が求められ、橋梁上部工やコンクリート構造物についてはガイドライン設計や合理化設計が採り入れられ、現場作業の軽減・省力化が図られている。

このような流れの中で、平成11年11月に暫定2車線で供用を開始した一般国道4号平泉バイパスの1期区間約2.4kmのうち、起点側現道取り付け区間や橋梁区間を除いた延長約1.3kmについてより効率的な施工でコスト縮減を図るため、技術活用パイロット事業として、セメントコンクリート舗装版、路肩舗装版及びL型側溝工について、従来のセットフォーム工法に変えて、省力化施工が可能なスリップフォーム工法（以下SF工法）による施工を試みた。

SF工法は、同一断面の連続したコンクリート構造物を構築する工法で、締め固め装置とモールド（スライド式の型枠）を取り付けた成型装置を備えた自走式施工機械を用いて、コンクリートを所定の形に固めて、成型しながら連続的に構築する工法である。このため、一定幅員であること、作業用の施工幅が確保で

きること、取り付け道路等の支障がないこと等、施工場所にある程度制約を受けるが、今回施工した箇所は施工区間に取り付け道路が無い等制約のない状態で施工が可能なバイパスであった。

従来のセットフォーム工法では、型枠を設置し、鉄筋を組み、生コンを打設・締め固めし、コンクリートの固化後に型枠を撤去する工程を踏んで施工するのに対して、SF工法においては、型枠の設置・撤去を伴わず連続的施工が図れることから、①工程の短縮が図れること、②機械化施工により省力化が図れること、③型枠が不要になり省資源化が図れること、④施工効率の向上が図れること、⑤コスト縮減が図れること等のメリットがある。

しかしながら、SF工法においては、①使用機械が特殊なことから保有台数が少ないこと、②一定の規模がないと機械経費が嵩み割高になること、③施工実績が少ないことと相まって熟練技能者が少ないこと等が課題となっている、これらについては、今後、施工実績が増えることにより改善されるものと考えられる。また、コンクリート舗装工事において、舗装版の中間部に敷設する鉄網の施

工が、SF工法の施工性を十分に活かしきれていないと考えられる。このため、今回の施工においては、一部区間について鉄網を省略した施工も行い、鉄網有り無しとでその施工効率等の比較も行っている。

今回のコンクリート舗装の施工においては施工速度が従来のセットフォーム工法と比べて約5倍の早さになっており、施工効率が優れていることが認められた。鉄網の有無については施工効率には約5%の差異が認められているが、平坦性とたわみ量は、測定結果からは認められなかった。

また、経済性については、従来工法より1割以上コストが低減できているが、今後の施工実績の増加等により、さらにコスト縮減が図られるものと考えられる。

今後、今まで以上に公共事業の効率的・効果的な執行が求められ、施工においては合理化・省力化がますます重要になってくるものと考えられる。このため、今回試行したSF工法の有用性が高まってくるものと考えられることから、本工法のメリットを最大限に活かせるよう、更なる施工技術の改良・進歩を期待している。

塩ビ管巻きタイプの トンネル内円形側溝の施工

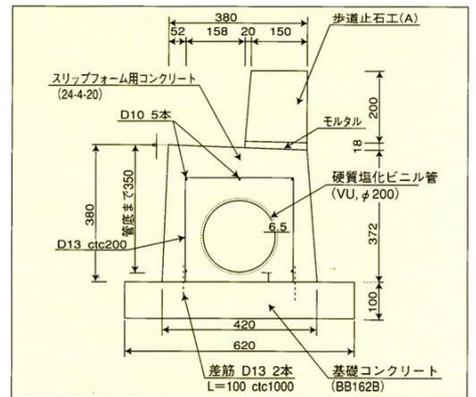
当該円形側溝は、平成11年11月に東京都あきる野市内で建設中の五日市トンネルで施工されたものである。当初、二次製品の円形水路で計画されていた側溝を、工期短縮、コスト縮減などからスリップフォーム工法による円形側溝として採用された。

- 発注者：東京都建設局西多摩建設事務所
 - 工事名：五日市トンネル整備工事のうち道路改修工事
 - 工種：現場打ち円形側溝（塩ビ管φ200）
 - 施工延長：約2446m
- 施工は、基礎コンクリートの打設、

塩ビ管および鉄筋の設置後、ゴメコ社製GT6300（コマンダーⅢ）を用いて円形側溝のコンクリート打設を行った。なお、コンクリート打設中に塩ビ管が浮き上がらないように、1



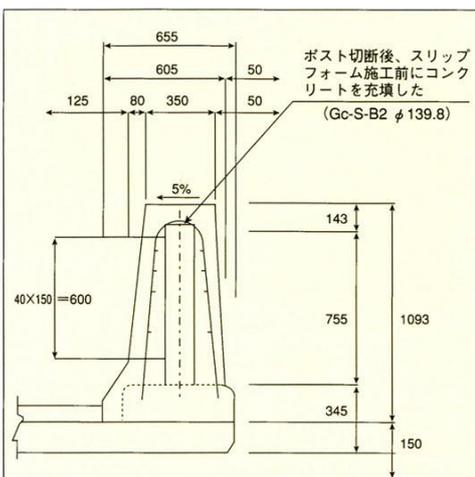
m間隔で塩ビ管を鉄線により固定した。使用したコンクリートは、粗骨材最大寸法20mm、単位セメント量310kg/m³、水セメント比46.0%、細骨材率39.9%で、施工位置での目標スランプを4cmとした。これにより当初計画どおりの期間で施工を終えることができ、良好な仕上がり性状が得られた。（大成ロテック(株) 中丸貢）



道央自動車道長都川橋 防護柵改良工事

道央自動車道長都川橋（千歳市泉沢～恵庭市牧場）の上下線において、平成11年6月～7月に橋面上のコンクリート製防護柵の施工が行われた。工事は、既設のガードケーブルの改良工事として、スリップフォーム工法による防護柵が採用されたものである。

- 発注者：日本道路公団北海道



- 支社札幌管理事務所
 - 施工規模：上り205m、下り212mの合計417m
 - 施工断面：天端幅350mm、ガードポスト巻込み型
 - 施工機械：ゴメコ社製GT6300（コマンダーⅢ）
- 当該施工箇所では、供用中の橋面上での施工となることから、橋梁の

振動による施工時のコンクリートの变形などが懸念されたため、振動測定による振動状況や使用コンクリートの变形性状などを確認してから施工が行われた。その結果、実施工では振動によるコンクリートの变形などは無く、良好な仕上がり性状が得られた。

（大成ロテック(株) 中丸貢）



V形水路(仮排水)の施工

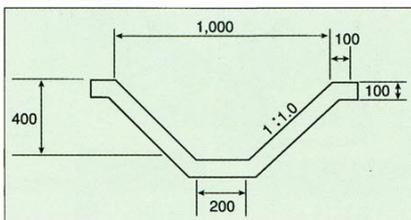
3月18日から9月17日まで淡路島で開催される国際園芸・造園博「ジャパンフローラ2000」(主催・兵庫県)の駐車場外周のV形水路工事をスリップフォーム(SF)工法で施工したものである。

施工方法としては人力で底部を打設した後、天端の10cm厚に型枠を設置し斜面を人力でコテ仕上げとすることから、コスト面、工程面で手間が掛かる工種であり検討を重ねた。その検討の中で同一断面を連続成型出来るSF工法での施工方法案が出されたが、設計断面が2断面あることと、仮排水であるこの工種はSF工法での施工費と採算が合わないということでは踏み切れなかったが、工程面で工事全体を考えるとこの水路を早急に完成させ、舗装工事に着手したいという結論になり、人力施工より工程が短縮出来てできればのよい構造物が出来てを期待してSF工法での施工が採用された。



- 発注者 助夢の架け橋記念事業協会
- 工事名 国際園芸・造園博「ジャパンフローラ2000」第2第3駐車場他整備工事
- 工事場所 兵庫県津名郡淡路町楠本地内
- 構造物延長 1,240m (310m/日)

○成型断面



施工するに当たり当初懸念していた2断面の設計から、流量のとれる大きい断面の1タイプに変更(設計変更でなく施工承諾)された。そのことにより1タイプのモールドの製作で済み、モールドの取り替え等のコスト及び手間も抑えることが出来て効率良く施工することが出来た。



今回のこの工事での施工延長は、1,200m程で、数カ所に分かれており、搬入日1日・施工日4日・搬出日1日となり、機械施工での採算ベースではなかったが、現場の工期短縮に貢献し、発注者からもできればのよい構造物であると高い評価を得たことは嬉しいかぎりである。

今後、このような仮排水でも延長が長く、一度に施工出来る場合は機械施工(SF工法)での発注を望みたいものであり、我々SF施工業者もこのSF工法の利点を生かし、期待に応えたい。

(ケイコン(株) 吉田 健史)



スリップフォーム工法における 寒中コンクリートの養生方法の検討

冬期の寒冷地においてコンクリートの打設作業を行うにあたっては、積雪・凍害等、様々な障害要素をクリアする必要がある。また、これらをクリアすることにより作業の通年・平準化も可能となる。

通常の型枠組立によるコンクリート工事を考えた場合、床面均し・型枠組立・コンクリート打設・型枠解体等の各作業の都度除雪作業を必要とすることから、作業工程の少ないスリップフォーム工法(以下SF工法)で施工することは非常に有利となる。

さらに同工法においては硬練りコンクリート(スランプ3~5cm程

度)を使用するが、 W/C が小さく(40~50%)配合されていることと、空気量が高め(6%)に設定されているため、打設後の未硬化時においても硬化後においても耐凍害性の高いコンクリートとなっている。(表-1参照)

また同工法では、比較的小型の同一断面形状の構造物を連続して打設・成型していくという特性上1日当

たりの施工延長も長くなるため、作業の省力化をふまえてそれらに応じた寒中養生の施工方法が望まれる。

そこで、SF工法によるコンクリート防護柵の施工時において、コンクリートの若材齢期における凍害抑止を目的として実施工の中で種々の比較を行い、養生方法の検討を行った。

表-1 コンクリート防護柵におけるコンクリートの単位水量の比較表

区分	W/C (%)	単位セメント量 (C) (kg/m ³)	単位水量 (W) (kg/m ³)	ゲル水(23%) $W_1=c \times 0.23$ (kg/m ³)	吸着水(15%) $W_2=c \times 0.15$ (kg/m ³)	余剰水 $W_3=W-(W_1-W_2)$ (kg/m ³)	スランプ (cm)	Air (%)
通常コンクリート	58.5	277	162	64	42	56	8.0	4.5
SFコンクリート	43.0	350	150	81	52	17	3.0	6.0

※ 一般的に称えられている数値とした。

1. 寒中施工対策

(1) 早強セメントの使用

基本配合は、硬化初期の最も凍害を受けやすい時期のコンクリート温度を高め維持することが可能と考え、早強ポルトランドセメントを使用することとし比較のため一部普通ポルトランドセメントを使用した。

(2) 養生方法

1) 被膜養生

余剰水の蒸発による温度低下を防止する目的で被膜養生を施した。

2) 被覆養生

打設直後の若材齢期における凍害の2大要素である冷気と風の影響を防ぐ目的で被覆養生を行うことが有効な手段となる。

通常、コンクリート工事において使用している養生マット(t=3mm)は通気性があり、保湿力が弱く、ビニールシート等の場合は気密性に

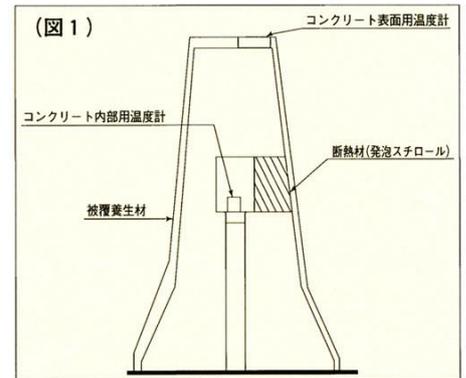
優れているが、部材厚が小さいため熱の伝導率が高く放熱しやすいと考えられる。そこで、外面は気密性に優れたポリエチレンフォーム(t=2mm程度)、内面は保湿性に優れたウレタンのスポンジ層(t=10mm)の2層構造をもった保温マットの使用が、最も有効であると判断される。

今回の実験では、それらによる違いを確認するため、それぞれについて温度測定を実施した。

なお、SF工法により打設・成型したコンクリートは、ブリージング水がなくなる打設30分程度が経過するとできばえに大きく影響することがなくなるため、被覆養生材は直掛けをした。(図-1参照)

3) 養生期間

打設初期のコンクリートの保温期間は、圧縮強度にして5N/mm²の強



度発現があるまで(コンクリート標準示方書:土木学会編)とされている。SF工法では先に示した表-1のとおり余剰水が少ないため極若材齢期の強度発現が大きく、一昼夜の被覆で充分と考えられるが供用路線の工事翌日の工事規制が不可能な日もあったため、実験では4~6日間被覆したデータが中心となった。

2. 結果の解析

1) 実験①(早強、保温マット、1日被覆) 打設直後から外気温は低下しているが、保温マット内の表面温度は上昇し続け、翌午前1時頃からは外気温の変動を受け、時間の経過と共にその相関関係が顕著になっている。保温マットを外した2日目、14時から急激な温度低下がみられるが、3日目の最低気温が-1.8℃ま

で下がったにも関わらず、コンクリート表面温度は+5.4℃であり、問題なしと判断される。

2) 実験②(早強、保温マット、4日被覆) 実験①と比べ長期保温した結果、表面温度の低下はゆるやかになっている。また、外気温の変化を反映し、表面温度が上下する様子もはっきりと見てとれる。最高気温と

露出面温度との差は、直射日光により温度計が上昇していると考えられる。これにより、外気温の上昇以上に被覆養生マットの表面温度が上昇していると考えられる。最高表面温度34.9℃(2日目、15時)となっており、予想を超えた温度上昇が判明した。

3) 実験③(早強、ビニールシート

6日被覆) 温度のピークは打設初日の17時であり、以後日中の気温変化による変動を除き下降し続けており、実験②の表面温度とは15℃前後の差があった。これにより被覆養生材の材質の違いが顕著に現れることが判明した。コンクリートの硬化発熱による効果は、4日目ではほぼ収息していることがうかがえる。最高・最低気温と露出面温度の違いは測定地点が離れていること、曇りの日が続いたこと等によるものと考えられる。

4) 実験④(普通、保温マット、4日被覆) この実験は、実験②と比べ使用セメントを変えている以外は、同一条件で表面温度を測定している。2日目ピーク時の温度は普通セ

メントの方が3.1℃低くなっており、3日目のピーク温度は逆に3.3℃高い結果となった。これにより表面温度の低下は早強と比べやや緩やかなことが実証された。内部温度は表面温度と比べ全体に3~5℃高めである。打設直後の逆転現象は外気温及び直射日光により表面温度が影響を受けているものと判断される。また、3日目以降の日ピーク温度の逆転現象も、直射日光により保温マット内で温室現象が起きていることによるものと考えられる。

5) 実験⑤(早強、外気露出、4日間) 表面温度の測定開始温度が20℃を超えているのは、コンクリートの打設・成型後、表面仕上げ・被覆養生等に2時間程度を要し、その間に

直射日光により温度上昇があるためと考えられる。表面温度は他の実験結果と比べ打設当日より温度低下があり、明らかな違いが判る。最低表面温度は2日目早朝で12.4℃、3日目早朝で-1℃となっている。日当たりの最高・最低の温度差は3日目で22.6℃となっており、他の実験と比べ最も大きな温度差となっている。内部温度は初日34.5℃(21時)まで上昇し、それ以降は表面温度の低下とほぼ同じ傾きで、3日目10時まで低下し続けている。

3. 考察

1) セメントの種類

実験日の違いにより、最高・最低気温の違いがあるが、実験②と実験④を比較すると、予想していたほどの温度差は生じなかった。これにより、保温対策としてあえて早強セメントを使用する必要はないと判断される。

2) 被覆養生の材質

保温マットとビニールシートとでは、打設後数日間の温度変化に明らかな差が生じた。ビニールシートの場合は、翌朝の最低気温が-4℃程度まで下がったにも関わらず、表面温度は13℃程度を確保しており十分な保温効果が得られた。

3) コンクリート温度

最高表面温度は保温養生の場合、早強・普通セメントとも30℃以上となり、ビニールシートの場合も、初日は30℃弱まで上昇した。

内部温度は、保温した普通セメン

トの場合、早強セメントの露出した場合とも、35℃弱となり、予想を超える高温であることが判明したが、温度差による収縮ひびわれを考慮した場合は、もう少し抑制した方がよいと考えられる。

4) 被覆のタイミング

打設直後から被覆養生すると、硬化熱の放射が抑制され、急激な温度上昇が生じている。

被覆するタイミングは、外気温が低下してくる夕方頃が適当と考えられる。

5) 養生の期間

今回実験の中で最も悪条件であった実験⑤においても、耐凍害上の必要強度(4.5N/mm²)の発現に要すると考えられる24時間以内においては10℃以上を確保できていたので、あえて保温マットによる養生を行う必要は認められなかった。しかしながら打設2日目の最低気温が-5℃

以下となることが予想される場合においては、ビニールシートによる被覆程度の養生は施した方がよいと考えられる。これは、今回データがないが、実際の凍害は風による気化熱の放出も大きな要因となり得るからである。

また、翌朝の最低気温がさほど低下しない場合における被覆養生の必要性は特に認められなかった。

6) その他

被覆養生を取りはずすと、それ以降急激な温度低下がおきするため、長時間放置すると温度差による収縮クラックが発生することが予想される。そのため、コンクリートカッターによる収縮目地切りは、被覆シートの取りはずしと同時進行で行うのが理想的な施工であると考えられる。

4. まとめ

1) 寒冷期においてSF工法でコンクリート防護柵を施工する場合は、硬化発熱を期待し早強セメントの必要性は特に認められなかった。

2) 保温マットは一般のビニールシートと比べ、多大な保温効果があることが判明したが、SF工法用コンクリートにおいては、あえて使用する

必要はないことが判明した。

3) 今回の実験だけで短絡的に判断することはできないので、最低気温が相応に低下する場合は、風による凍害も考えてブルーシート程度の被覆は施した方がよいと思われるが、それ以外の場合の被覆養生の必要性は考えにくい。あえて保温養生する

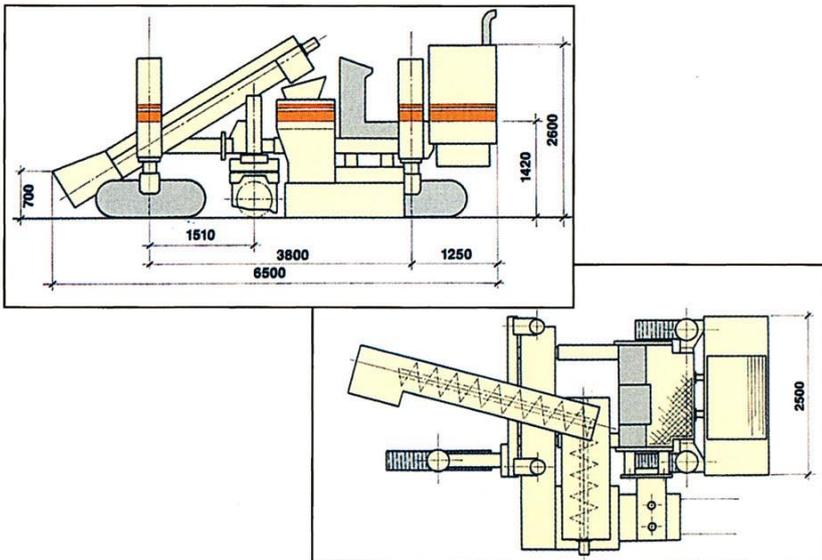
必要がある場合として、外気温が低下してくる夕方とし、表面温度の急激な変動を抑制するために、昼間は被覆を取り外し、高温となり過ぎるのを防止した方がよいと考えられる。

(ケイコン(株) 村上国夫)

S P 250はコンクリート構造物を成型するための機械です。この機械は簡単に操作ができるように設計されています。

本体中央部にある運転席はアジテータからコンクリートを卸すところから施工場所全てを見渡すことができます。また、地上からリモートコ

ントロールを使用して操作することもできます。機体は自走で低床トラックに乗るので簡単に次の現場に移動できます。この機械は排水溝・縁石・コンクリート防護柵・コンクリート舗装等の施工ができます。



機械仕様	SP250
エンジン	
エンジンメーカー	IVECO
型式	8041S125
冷却方式	水冷式
シリンダー本数	4
出力	KW/HP/PS 79/105/107
回転数	rpm 2300
排気量	cm ³ 3900
燃料消費量	ℓ/h 19.7
燃料消費量 (負荷 2/3)	ℓ/h 13.0
速度	
作業速度	m/分 0-8
走行速度	m/分 0-20
クローラー・トラック	
クローラー数	3
クローラー・プレートの幅	mm 300
レベリング・シリンダーのストローク	mm 1,000
コンクリート舗装装備	
作業時のクローラー間隔 (最大)	mm 2,500
舗装厚さ (最大)	mm 300
水平モールドの幅 (最大)	mm 1,800
水平モールドの高さ (最大)	mm ca. 1,300
重量	
重量 (付属品による)	t 10-20
タンク容量	
燃料タンク	ℓ 250
作業油タンク	ℓ 340
電気系統	V 24

スリップフォーム工法

Q&A

日本スリップフォーム工法協会には、官公庁、コンサルタント、民間企業等から様々なお問い合わせが多数寄せられています。

そこで、SF工法に対するご理解を更に深めて頂くために、お問い合わせの内容を基にQ&Aコーナーを掲載いたします。

Q スリップフォーム工法用の型枠 (モールド) にはどのようなものがありますか？

A スリップフォーム工法により構造物を構築する場合、構造物の形状寸法にあった鋼製型枠 (以下モールドと略記) が必要となります。構造物用のモールドの種類としては、コンクリート製防護柵、円形水路、ロードガッター、監視員通路

直壁、U型側溝、縁石等があり、それぞれ規格に応じた形状寸法のモールドが用意されています。なお、特殊な形状寸法の場合は、別途モールドを製作することで対応できます。

Q コンクリート製防護柵の施工に関わるひびわれについて、施工上の留意点を教えてください？

A スリップフォーム工法によりコンクリート防護柵を構築した場合に、主として施工上の問題から、目地以外の位置に不規則なひびわれを生じる可能性があります。これの主な原因として①鉄筋のかぶり小さい、②長時間にわたる施工の中断、③スランプが大きい (許容値上限) コンクリートの過振動、④スランプが小さい (許容値下限) コンクリートの締固め不足などが考えられ

ます。①の鉄筋のかぶりについては、施工前に必ず予備走行を行い、鉄筋のかぶりを確認し、必要に応じて鉄筋位置の修正を行います。②の施工の中断については、連続施工ができずにやむをえず中断した場合でも、モールドを同じ位置に固定しないように成型機を少しずつ移動し、できるだけ早く施工を再開するようにします。なお、中断する時間の限度は、コンクリート標準示方書 [施工編] に示される練り混ぜから打ち終りまでの時間の限度を目安とします。③、④については、スランプが許容値内であっても上限と下限ではコンクリートの性状が異なるため、施工中は常に仕上がり面の状態に注意し、施工速度、モールド内に取り付けたバイブレータの振動数等を調整しながら施工する必要があります。

いよいよ西暦2000年、20世紀最後の年を迎えた。世界中を騒がせたコンピュータ2000年問題については、若干のトラブルが報道されたものの、無事終わったようで何よりであった。

「天災は忘れた頃にやってくる」、日頃見落とされがちな災害への備えについての意識を、大いに喚起してくれた意義は大きいと思う。「備えあれば憂いなし」の格言を改めて実感させられた。

建設業界を取り巻く環境は、依然として厳しい状況にあるが、この難局を乗り越えるべく、自己責任と自助努力により、夢のある豊かな21世紀を迎えられるようにしたいものである。

日本スリップフォーム工法協会

■正会員

秋葉建設株式会社
 大林道路株式会社
 ガードレール工業株式会社
 株式会社 ガイアート クマガイ
 鹿島道路株式会社
 北川ヒューテック株式会社
 ケイコン株式会社
 国土道路株式会社
 佐藤道路株式会社
 株式会社 昭建
 末広産業株式会社
 住建道路株式会社
 世紀東急工業株式会社
 セイトー株式会社
 大成ロテック株式会社
 泰明工業株式会社
 大有建設株式会社
 地崎道路株式会社
 中部道路メンテナンス株式会社
 蔦井株式会社
 東亜道路工業株式会社
 東京戸張株式会社
 東京舗装工業株式会社
 東進産業株式会社
 東洋道路株式会社
 常盤工業株式会社
 飛鳥道路株式会社

名古屋ロード・メンテナンス株式会社
 日新舗道建設株式会社
 日本道路株式会社
 日本舗道株式会社
 福田道路株式会社
 不二建設株式会社
 フジタ道路株式会社
 フドウ道路株式会社
 前田道路株式会社
 三井道路株式会社
 株式会社 ヤマコン
 ユナイト株式会社
 ワールド開発工業株式会社
 株式会社 渡辺組

■賛助会員

社団法人 セメント協会
 全国生コンクリート工業組合連合会
 アオイ化学工業株式会社
 荒山重機工業株式会社
 伊藤忠建機株式会社
 株式会社 以輪富
 住友商事株式会社
 秩父産業株式会社
 檜崎産業株式会社
 ヴィルトゲン・ジャパン株式会社
 ユアサ商事株式会社

(五十音順)