

中小規模橋梁向け コスト縮減型機能分離型装置

DSR装置

~*Distribution Seismic Lateral Force by Setup Rubber System*~



はじめに

● どんな橋梁であっても免震支承が最もコスト縮減に繋がるのでしょうか

- ✓ 近年、高い減衰性能を持つ免震支承が大きくクローズアップされています。その一番の大きな理由は『支承小型化によるコスト縮減効果』が大きいことにあります。
- ✓ 免震支承によってコスト縮減を実現できた事例は数多くあります。しかし、どんな場合でも常に免震支承を採用することでコスト縮減に繋がるのでしょうか。

● 橋梁建設コストの縮減にはそれぞれの条件に応じた設計検討が必要です

- ✓ ゴム支承の形状は地盤・桁種・桁高など複雑に絡み合った設計条件を加味した上で決定されます。橋梁建設コストの縮減を目指す場合には各橋梁の条件に応じた支承とその他の付属物を比較・検討の上、設計してゆく必要があります。
- ✓ 国産第一号のゴム支承の製造以来、長年のノウハウと高い技術力を持つ弊社は、『各橋梁に応じた(免震支承も含めた)支承』と『その他の付属物(伸縮継手や落橋防止etc)』を総合的に提案させて頂くことで、最もコスト縮減効果のある製品をご提供することが可能です。

● 中小規模橋梁向け コスト縮減型機能分離型装置【DSR装置】のご紹介

- ✓ 今回ご紹介する『DSR装置』は当社の持つ豊富なラインナップの1つであり、中小規模の橋梁向けの機能分離型装置として、発売以来、関西・中部地方を中心に大好評頂いている製品であります。ぜひ一度採用をご検討下さいますようお願い申し上げます。

1. DSR装置とは

タイプB支承と同等の機能を有する機能分離型システム

● DSR装置とスライド沓を用いた機能分離型システム

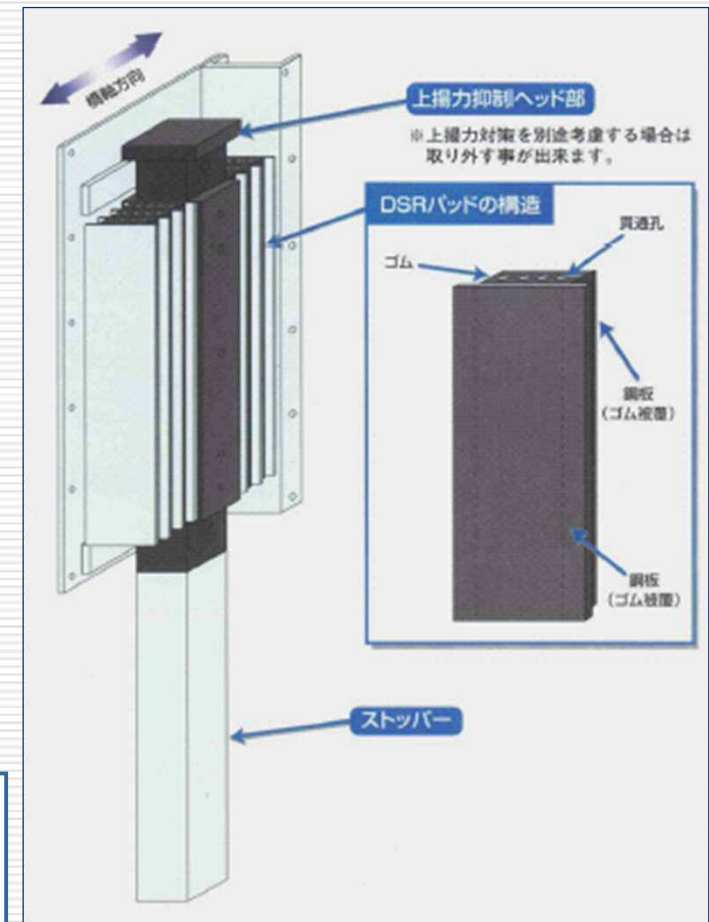
- ✓ すべり支承が鉛直荷重・回転性能を受け持つ。
- ✓ DSR装置が地震時の水平力を各橋脚に分散する。
- ✓ 装置のヘッド部が地震時の上揚力を抑制する。

● ゴムの圧縮特性を利用して地震時の大変形を抑制する

- ✓ 装置内のDSRパッドを圧縮することで水平力を分散する。
- ✓ DSR装置が橋軸直角方向への変位を拘束する。

● DSR装置とパッドの組み合わせによる自由な設計ができる

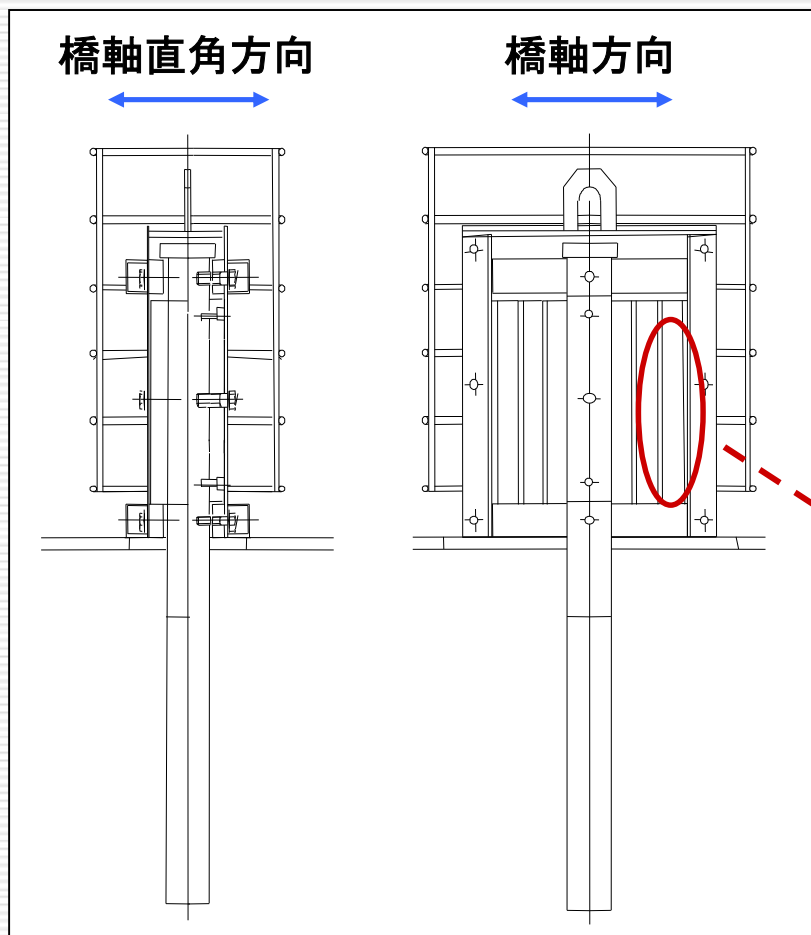
- ✓ DSR装置の形状を変えることで、水平耐力を調整できる。
- ✓ DSRパッドの枚数の増減により、変位量を調整できる。



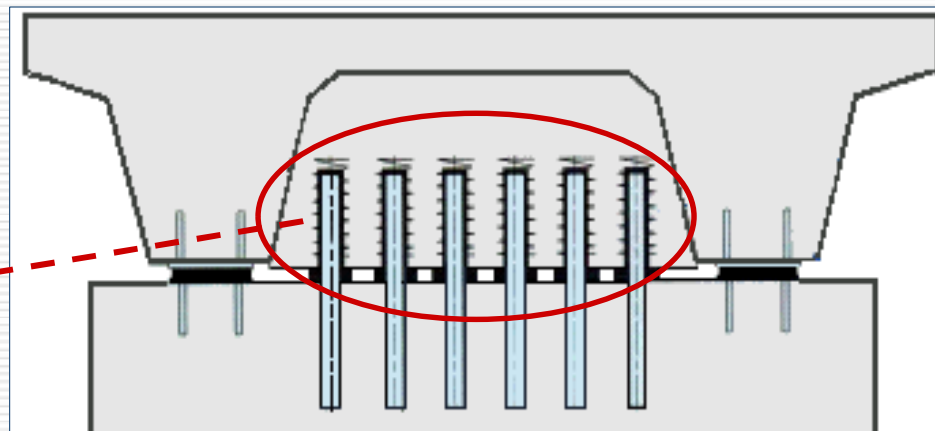
土木学会論文集にも紹介されました。(No598/I-44, 299-309, 1998.7)
『ゴム材の圧縮変形を利用した反力分散装置のハイブリッド地震応答実験』

2. DSR装置の構造

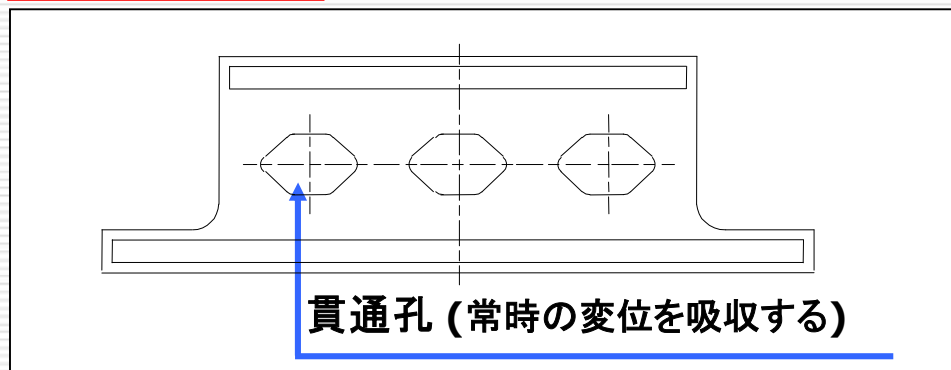
DSR装置



DSR装置の構成 (断面図)

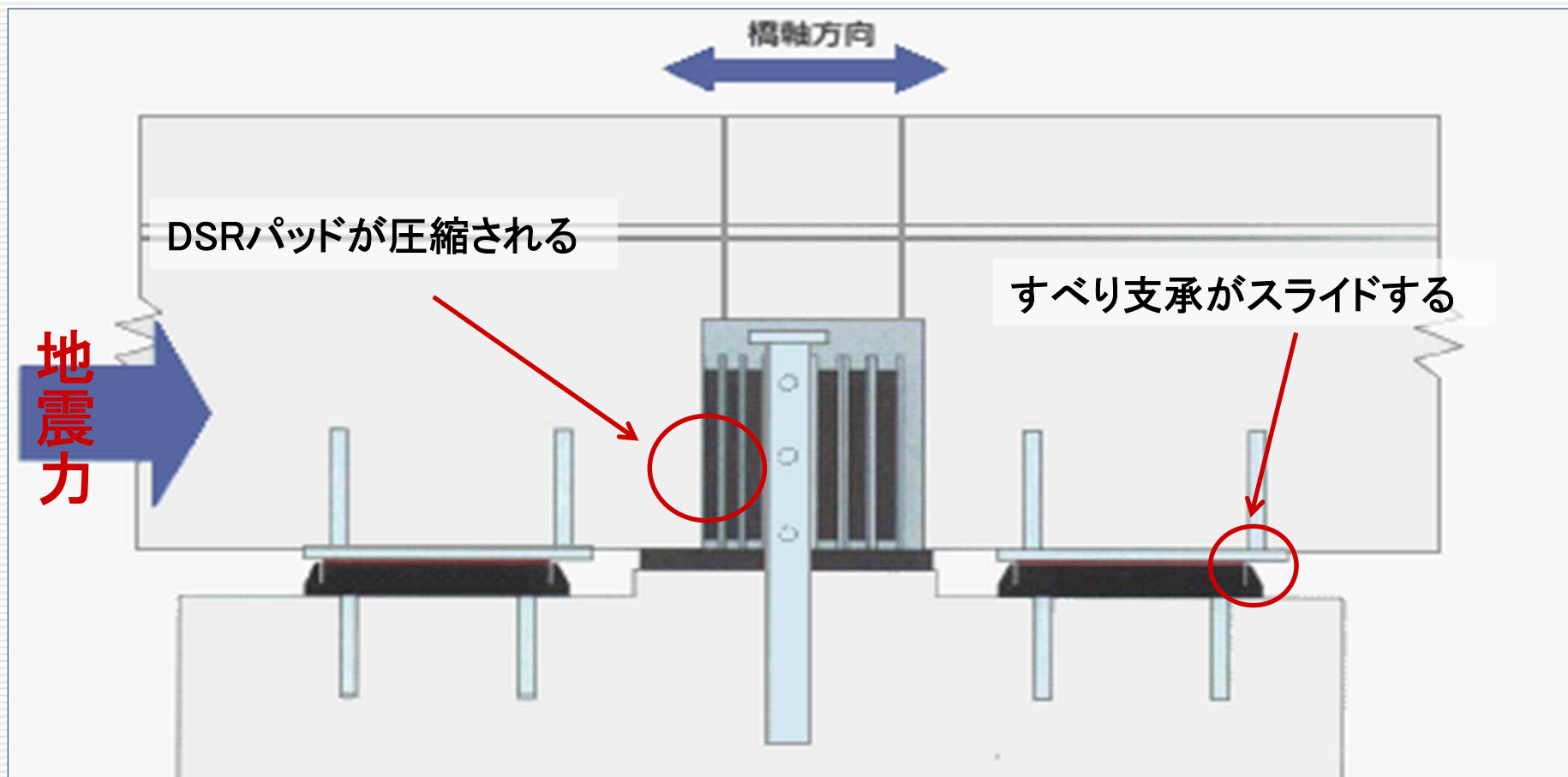


DSRパッド



3. 地震発生時の動作

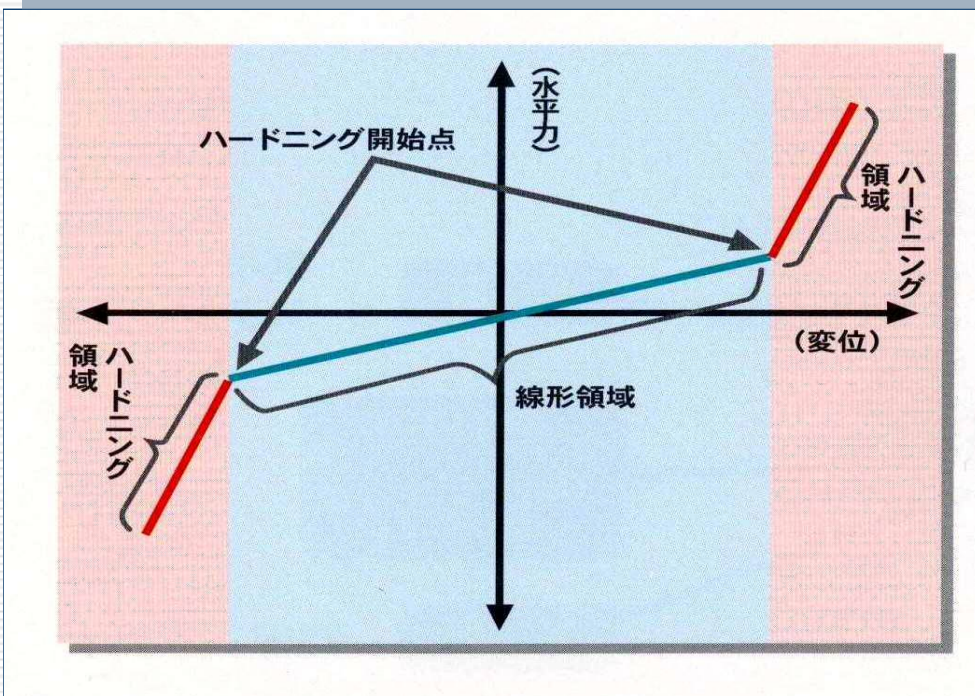
橋脚部 側面図



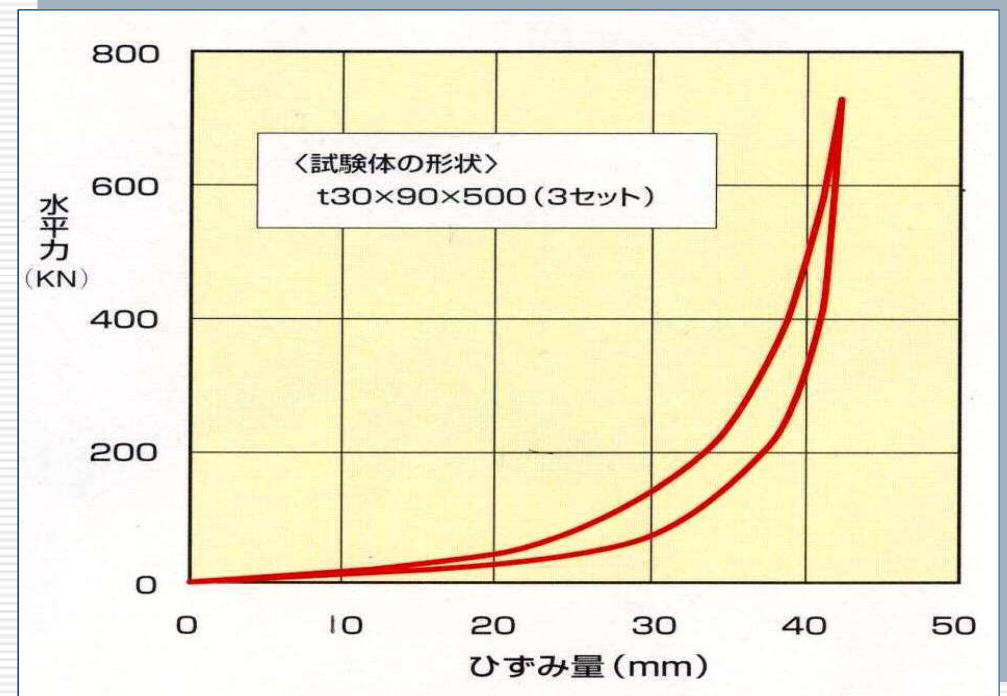
(注) 鋼桁橋にも適用可能です(桁端コンクリート被覆構造)

4. DSRパッドの圧縮特性

圧縮試験の履歴曲線モデル



圧縮試験の履歴曲線



DSRパッドの圧縮特性はマルチリニア型で仮定することができます。

圧縮変形が小さい領域では直線的な挙動を示し、ハードニング領域では圧縮バネが急激に高くなる特性を示します。このハードニング現象により地震時の大変形を抑制することが可能です。

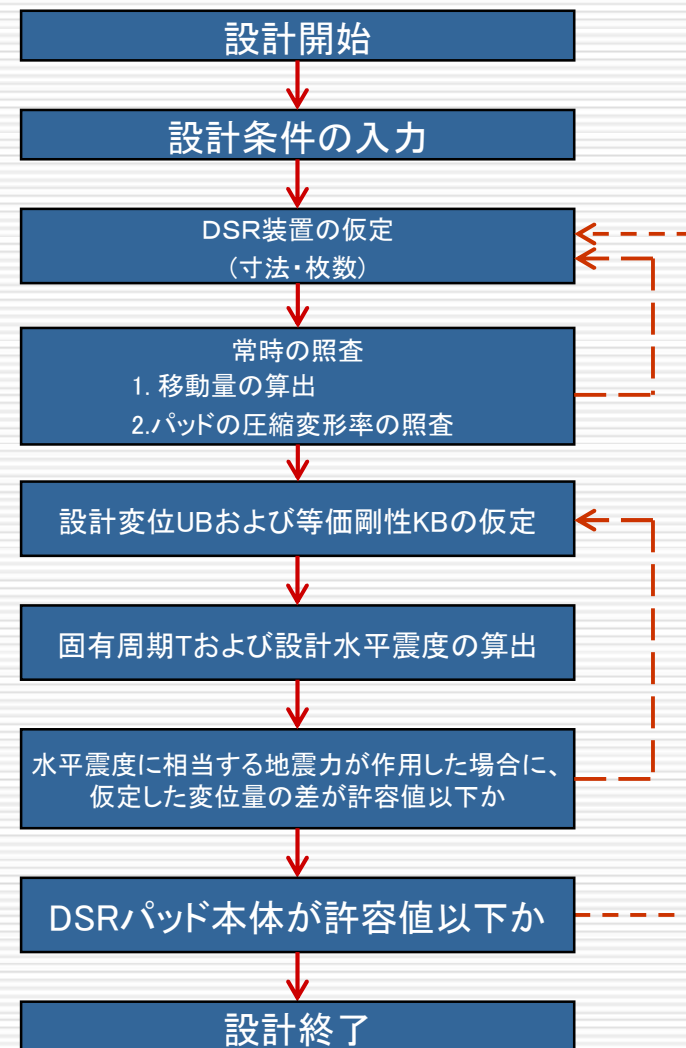
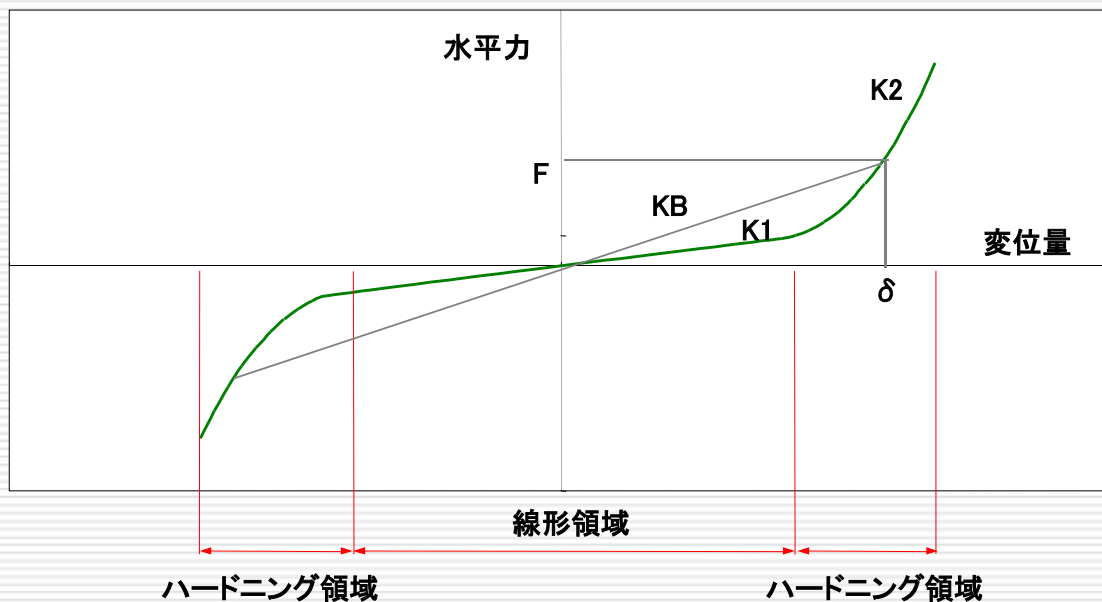
5. DSRの設計フロー

1. すべり支承の設計

- ✓ 鉛直荷重支持機能と回転追従機能を満足するように設計する。
- ✓ 水平方向の移動(常時または地震時)に対してはすべり機構で吸収する。

2. DSR装置の設計

- ✓ 右記の設計フローに基づく計算により各橋脚および装置が負担する水平力を求める。
- ✓ 下記の履歴特性によって等価剛性を求める。ハードニング開始点はゴム厚の25%とする



6. 特徴と効果

1. 免震・分散支承よりもコストを大幅に縮減できる

- ✓ 中小規模橋梁で経済性比較を行った場合、免震・分散支承よりも15%~40%程度のコストダウンを実現できます。(詳細は、後述する経済性比較を参照のこと)

2. ゴムの圧縮特性により、地震時変位を大幅に抑制できる

- ✓ ゴム厚の40%で強制的に変位を止める構造であるため、変位量を小さくできます。(※標準品で設計した場合の許容変位量は最大で96mm) また変位量を抑制することにより、遊間部の付属物を小さくし橋梁全体のトータルコストを縮減できます。

3. 構造が簡単で、施工性に優れる

- ✓ 施工方法は基本的にアンカー装置と同じであり、クレーンで吊り上げて所定の位置にセットすればよいため、施工が簡単に行えます。また温度変化やクリープ・乾燥収縮に対する予備圧縮を工場出荷前に行うことができます。

7. 橋梁条件による適用範囲

DSR装置が特に適している橋梁

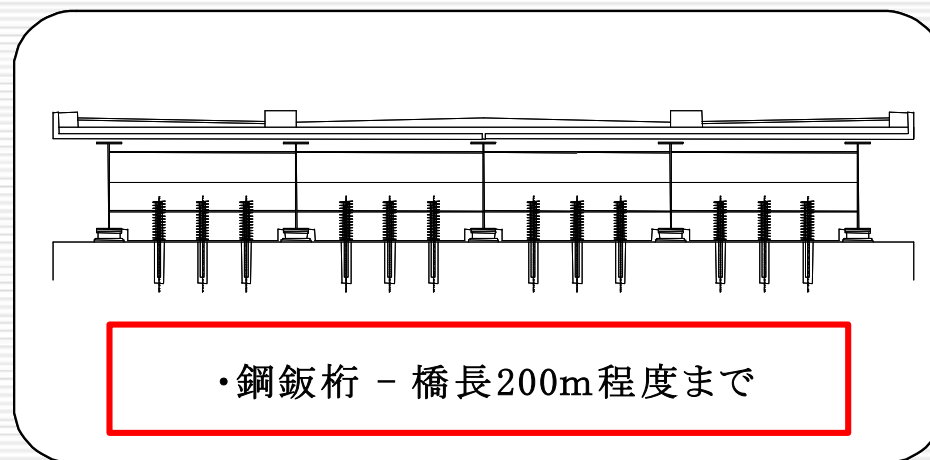
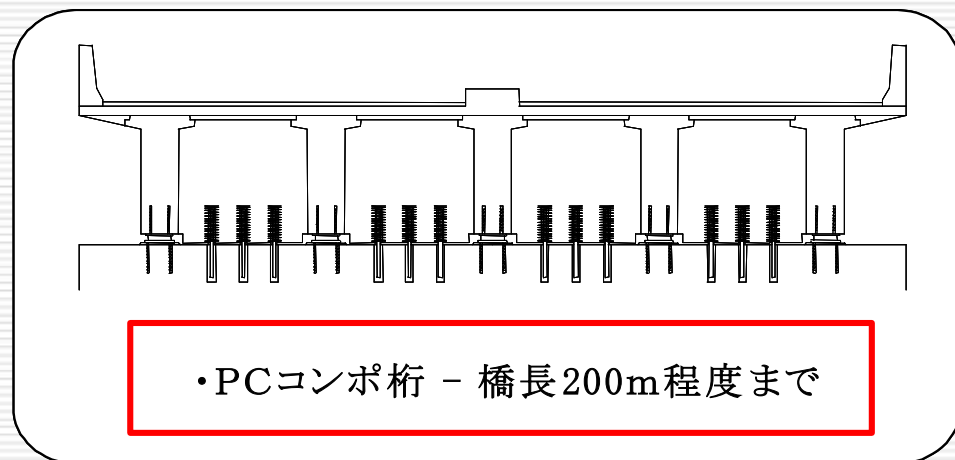
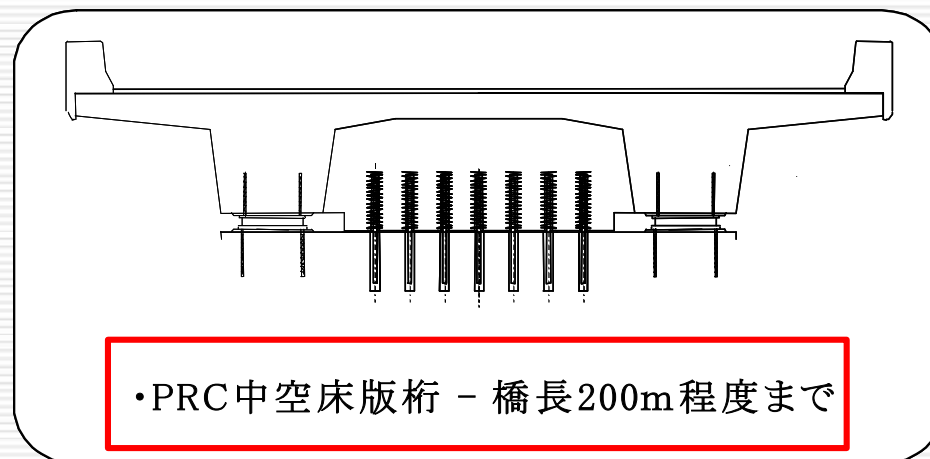
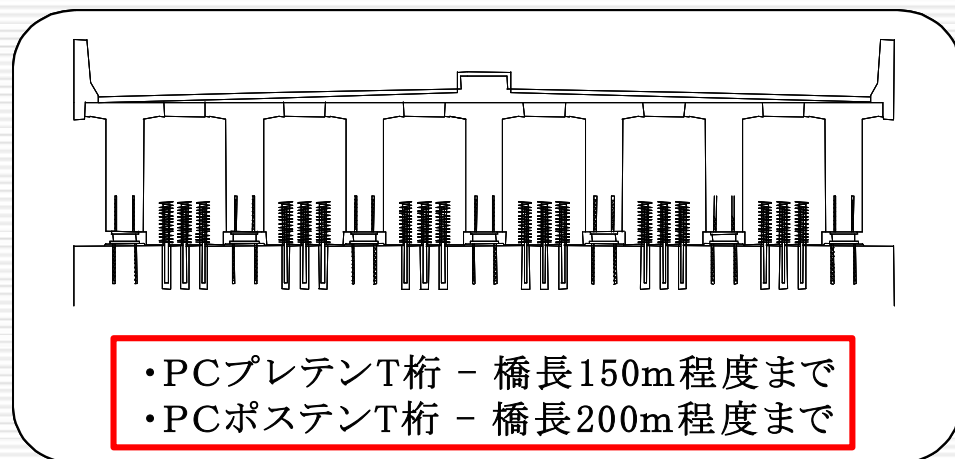
- 橋長50m～200m 程度の中小規模の橋梁
- 地盤が悪く、免震支承の採用が困難な橋梁
- 各橋脚の支間長が比較的揃っている橋梁
- 脚高が比較的高い橋梁
- 橋軸直角方向に対して拘束する必要がある橋梁
- プレテンションT桁、PCコンポ桁、PRC中空床版桁 の橋梁

DSR装置があまり適さない橋梁

- 橋長200m.を大幅に超える大きな変位量および水平力を必要とする橋梁
- 地盤が良く、免震支承の採用効果が大きい橋梁
- 各橋脚が間隔がまちまちであり、各支間長がまったく揃っていない橋梁
- 各橋脚の高さがまちまちであり、脚高が比較的低い橋梁
- 橋軸直角方向に対して拘束してはならない橋梁

8. 桁種と橋長による適用範囲

※下記はあくまで目安です。地盤が悪くなるほど適用範囲は広がります



9. 経済比較 (4径間連結プレテンションT桁)

設計条件

上部構造	4径間連結プレテンT桁
橋長	99.4m (4@24m)
主桁	5主桁
地盤種別	第I種地盤
地域種別	A地域
幅員	5.5m
死荷重反力 (Rdmax)	端支点: 260 kN
	中間支点: 271 kN
最大反力 (Rmax)	端支点: 354 kN
	中間支点: 413 kN

分散

免震

DSR

経済性 比較結果

品目	No.	寸法	数量	金額	総合計
ゴム支承	A1~A2	320×370×145	40基	¥1,792万	¥2,239万
アンカー	A1, A2	φ46×940	16本	¥40万	
	P1~P3	φ70×1420	24本	¥240万	
伸縮継手	A1, A2	遊間150mm用	9m	¥167万	

品目	No.	寸法	数量	金額	総合計
ゴム支承	A1~A2	320×320×134	40基	¥1,640万	¥2,007万
アンカー	A1, A2	φ46×940	16本	¥40万	
	P1~P3	φ70×1420	24本	¥240万	
伸縮継手	A1, A2	遊間100mm用	9m	¥87万	

品目	No.	寸法	数量	金額	総合計
すべり沓	A1~A2	210×310×59	40基	¥692万	¥1,520万
DSRダンパー	A1, A2	□90 (2×3枚)	8本	¥254万	
	P1~P3	□110 (2×3枚)	12本	¥491万	
伸縮継手	A1, A2	遊間100mm用	9m	¥83万	

DSR装置を適用することで…

分散支承と較べて**32%**のコストダウンを実現!!

さらに免震支承と較べて**24%**のコストダウンを実現!!

<補足>

- 1) 静的解析による設計結果です。
- 2) II/III種地盤でも同程度のコスト縮減効果があります。
- 3) DSR装置は予備圧縮を行うことを前提としています。

10. 経済比較 (4径間連結PCコンポ桁)

設計条件

上部構造	4径間連結PCコンポ桁
橋長	103.4m (4@25m)
主桁	4主桁
地盤種別	第Ⅱ種地盤
地域種別	A地域
幅員	13.8m
死荷重反力 (Rdmax)	端支点: 1116 kN
	中間支点: 914 kN
最大反力 (Rmax)	端支点: 1383 kN
	中間支点: 1472 kN



経済性 比較結果

品目	No.	寸法	数量	金額	総合計
ゴム支承	A1, A2	620×570×208	8基	¥1,054万	¥4,988万
	P1~P3	620×570×178	24基	¥2,873万	
アンカー	A1~A2	φ 60×1220	72本	¥ 583万	
伸縮継手	A1, A2	遊間150mm用	26m	¥478万	

品目	No.	寸法	数量	金額	総合計
ゴム支承	A1, A2	570×520×166	8基	¥924万	¥4,200万
	P1~P3	570×520×134	24基	¥2,215万	
アンカー	A1~A2	φ 60×1220	72本	¥583万	
伸縮継手	A1, A2	遊間150mm用	26m	¥478万	

品目	No.	寸法	数量	金額	総合計
すべり柵	A1~A2	510×410×81	32基	¥1,232万	¥3,595万
DSRダンパー	A1, A2	□130 (2×3枚)	18本	¥949万	
	P1~P3	□130 (2×2枚)	27本	¥1175万	
伸縮継手	A1, A2	遊間100mm用	26m	¥239万	

<補足>

- 1) 静的解析による設計結果です。
- 2) I / Ⅲ種地盤でも同程度のコスト削減効果があります。
- 3) DSR装置は予備圧縮を行うことを前提としています。

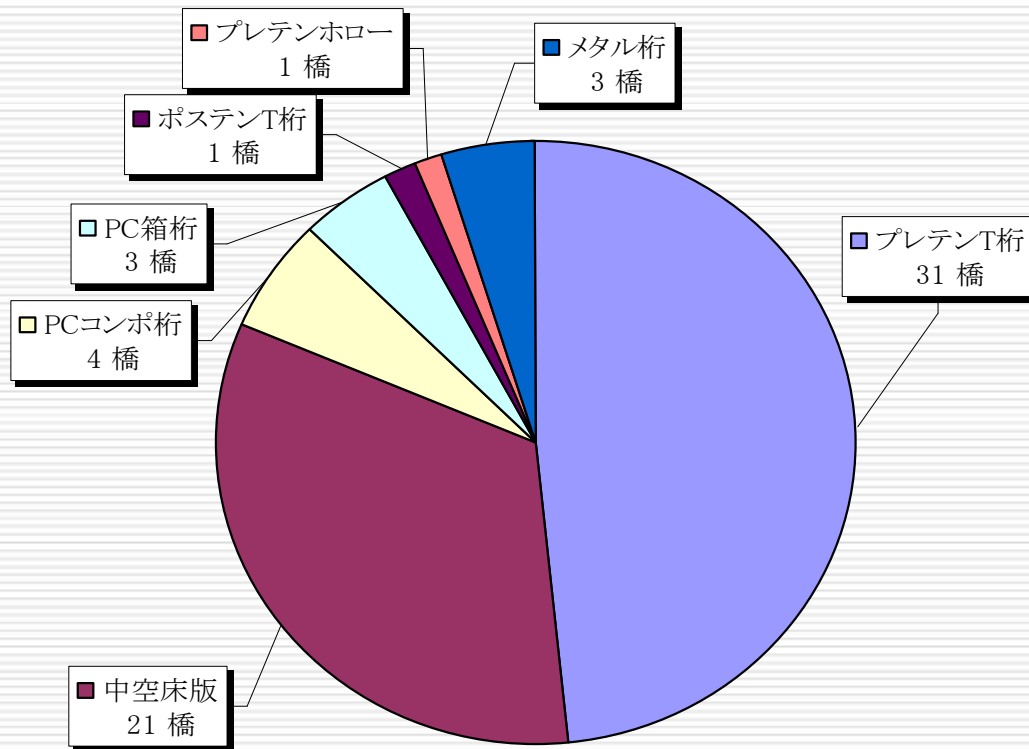
DSR装置を適用することで…

分散支承と較べて**28%**のコストダウンを実現!!

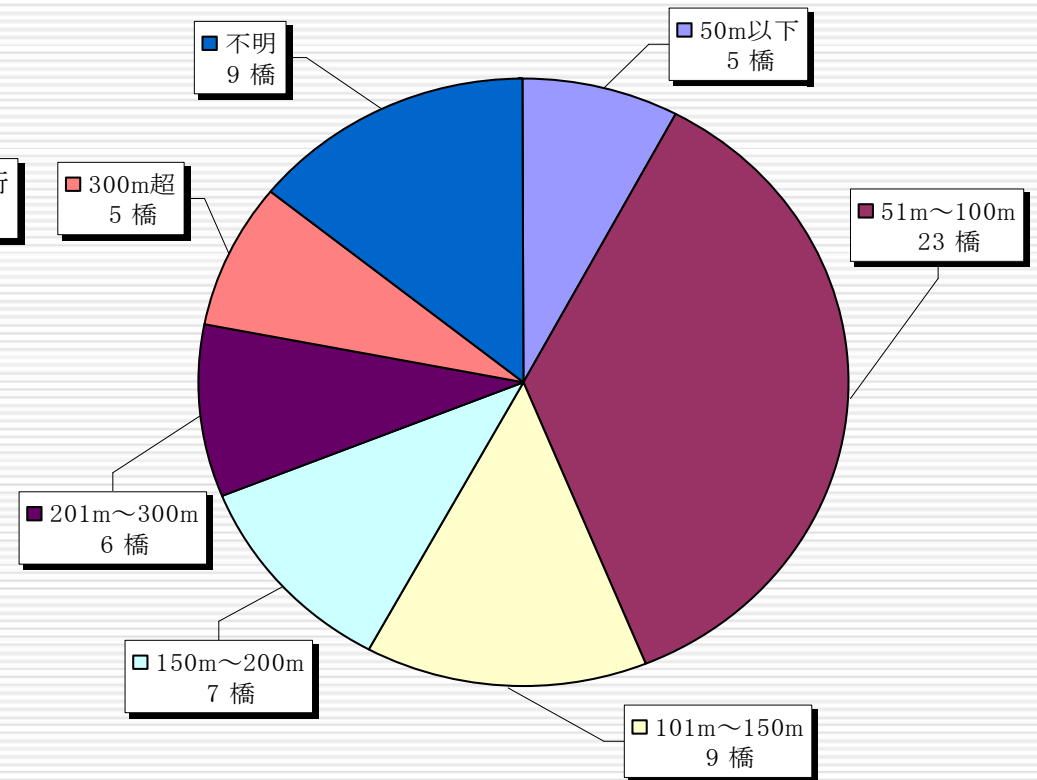
さらに免震支承と較べて**14%**のコストダウンを実現!!

11. 桁種/橋長でみる納入実績

桁種ごとの納入実績 (2005年4月迄)

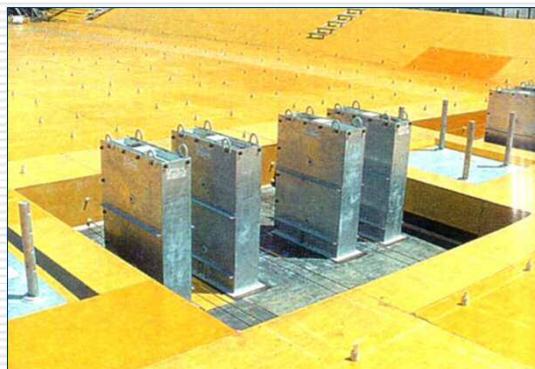


橋長ごとの納入実績 (2005年4月迄)

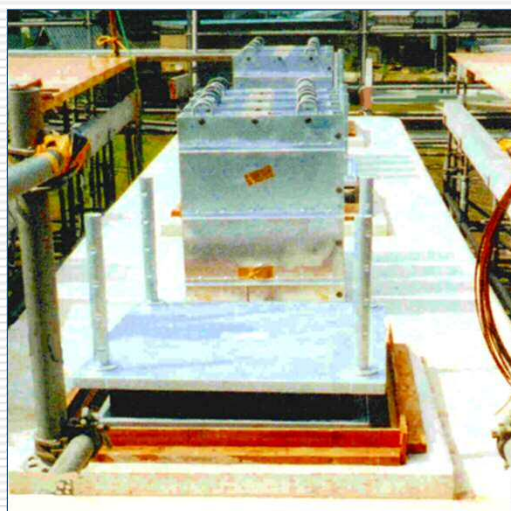


12. 橋梁ごとの納入実績

全国 **180**橋



久御山高架橋



主な納入実績

(2019年4月時点)

発注元	橋梁名	橋梁数	本数
日本道路公団	室河原高架橋	3 橋	66 本
	千代川橋	1 橋	14 本
	東所川橋	1 橋	10 本
国土交通省	久御山高架橋	18 橋	806 本
	巨椋高架橋	2 橋	24 本
	彦坂池高架橋	5 橋	78 本
	横田東高架橋	1 橋	138 本
	桐間高架橋	1 橋	100 本
	西水代高架橋	1 橋	15 本
	船穂高架橋	1 橋	44 本
	大清水高架橋	1 橋	19 本
	池ノ内高架橋	2 橋	42 本
	彦坂高架橋	1 橋	28 本
	潮田高架橋	2 橋	79 本
	岡刈高架橋	1 橋	64 本
	西中・家武地区橋梁	1 橋	10 本
各都道府県	館腰跨線橋	3 橋	27 本
	磯壁 新在家線橋梁	3 橋	81 本
	阪南港橋梁	3 橋	70 本
	市脇高架橋	1 橋	48 本
	十二橋	1 橋	8 本
	西脇山口線橋梁	2 橋	160 本
	石部頭首工	1 橋	80 本
	谷津歩道橋	1 橋	2 本
	中川原橋	1 橋	48 本
	港半田大橋	1 橋	21 本
	深井高架橋	5 橋	80 本

13. FAQ(よくある質問と回答1)

1. 鋼橋への設置方法と納入実績、鋼橋に対する経済性を教えてください

- 横桁部を鋼材で補強し、コンクリートを打設して設置します。鋼橋への実績としては2005年4月現在で3橋あります。鋼桁における機能一体型に対する経済性は、上部工の補強費とDSR装置の施工費が若干増えますが、支承および付属物(伸縮継手・落橋防止)の価格が低くなるため、トータルコストで考えた場合は経済的になります。

2. ゴム圧縮を利用するため、下部工への負担が大きくなりませんか？

- せん断変形型のゴム支承に較べて固有周期が短くなります。そのためⅠ種地盤では地震力が大きくなることもありますが、Ⅱ、Ⅲ種地盤ではむしろ地震力は小さくなるケースが多いです。地震時にはラーメン構造に近い構造形式になります。

3. 鉛直すべり支承の摩擦減衰は考慮していますか？

- 建築分野では摩擦減衰を考慮していますが、橋梁分野ではすべり支承が設置される環境下における摩擦係数の安定性などの検証が十分に為されていないことから現状は考慮していません。今後の予定については未だ検討中の段階です。
- ※ 世界初の摩擦減衰を導入した建物は大成建設(株)の『ハイブリッドTASS構法』で設計されましたが、その研究に弊社が技術協力をさせて頂きました。建築分野における経験上、橋梁分野への導入には十分な検証が必要であると判断しています。

14. FAQ(よくある質問と回答2)

4. 橋軸直角方向を固定したくない場合は対応できますか?

- DSR装置では橋軸直角方向は固定となります。全方向分散形式の橋梁設計を行う必要がある場合は、ばね機能複合型ゴム支承・変位吸収型水平ゴム支承 等の他製品をご提案させていただきます。

5. 温度変化などにより中立軸に設置されていない場合に影響はありますか?

- 殆ど影響はありません。前述した土木学会の研究論文にも記載されています。

6. DSRで設計できる最大の橋梁規模を教えてください

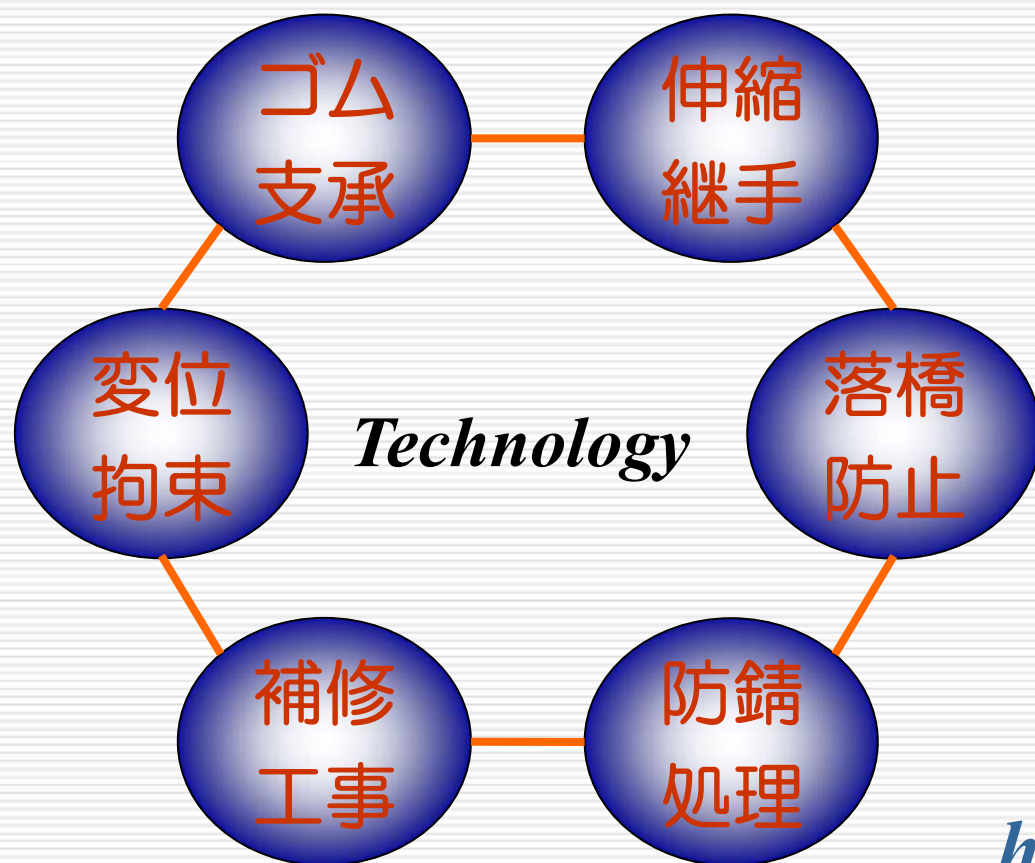
- 納入実績からみると、径間は最大10径間(239m.)、橋長は最大431m.(9径間)に納入しています。DSRは中小規模橋梁で最も高いコストパフォーマンスを発揮しますが、標準外のストッパーを使用することで大規模橋梁でも対応可能です。

7. 一般的な機能分離支承と較べて経済性はどうか?

- せん断変形型の機能分離支承に較べて、ゴム圧縮を利用しているDSRは少ないゴム量で製作できます。またDSRはアンカーと同じ感覚で施工ができ、工場出荷前に予備圧縮を行えます。材料費や施工手間を考慮するとDSRの方が経済性は高いと言えます。(ただし、橋梁条件によって有利・不利があります)

おわりに

70年の実績に裏打ちされた技術で
橋梁用品のトータルソリューションを提案します



●橋梁用品のことは弊社にご相談下さい

- ✓ 今回はDSR装置をご紹介させて頂きましたが、他にも数多くの製品を取り扱っております。
- ✓ 橋梁用品の総合メーカーとしてトータルコストの縮減方法をご提案することが可能です。
- ✓ この機会にぜひ弊社製品を御採用くださいますようお願い申し上げます。

その他の製品情報についてはコチラまで

<http://www.tokyo-fabric.co.jp>

問い合わせ先

<http://www.tokyo-fabric.co.jp>

本店 〒163-0429 東京都新宿区西新宿2-1-1 新宿三井ビル29階

支店	電話番号
札幌支店	011-241-7558
盛岡支店	019-622-7375
仙台支店	022-227-3145
宇都宮支店	028-689-8825
新潟支店	025-243-1571
東京支店	03-3340-2820
横浜支店	045-222-0794
名古屋支店	052-204-1511
金沢支店	076-264-9511
京都支店	075-366-4172

支店	電話番号
大阪支店	06-6397-7991
高松支店	087-811-0281
広島支店	082-224-3764
福岡支店	092-441-2811
鹿児島支店	099-253-0201