

プレキャスト高欄定着部耐荷性能確認実験

大阪第一建設部	設計課	松本雅治
同部	同課	明神正章
同部	同課	佐々木一則

要 約

湾岸線南伸部2期における一般部の道路幅員は総幅員21.75mであるが、一部の区間で20.25mの暫定幅員にて施工している。この区間においては、将来の幅員拡幅時における高欄の撤去の容易さを考慮し、プレキャスト高欄を採用している。

公団内においては、プレキャストコンクリート製の高欄は中央分離帯用として使用されているが、高欄として使用した実績はほとんどなく、採用にあたっては、その断面形状、床版への定着方法、アンカーボルト本数及び配置等の検討を行い、その耐荷性能について確認実験を行った。

本報告は、プレキャスト高欄の耐荷性能確認のため、供試体を作成して静的及び動的載荷実験を行った結果を報告するものであり、十分な耐荷力を有していることが確認された。

まえがき

当公団では、プレキャストコンクリート製高欄（以下プレキャスト高欄と呼ぶ）を、既設供用路線における中央分離帯部の改良（ガードレールタイプから壁高欄タイプへ変更）で一部使用されているが、高欄に使用した実績は、今のところほとんどない。今般、湾岸線南伸部2期の暫定幅員20.25m（一般部は21.75m）の区間の高欄として、将来の幅員拡幅時における施工性を考慮してプレキャスト高欄を採用することになった。高欄用として使用する場合、断面形状、アンカーボルト径、配置が中央分離帯用と異なるため、採用にあたっては、高欄としての機能を発揮するための十分な耐荷力を有していることを確認する必要がある。そこで今回、貝塚江区においてプレキャスト高欄

を使用するにあたり、供試体を作成して静的及び動的（衝撃）荷重を載荷し、その耐荷力の検証を行った。なお、プレキャスト高欄の壁面部については、場所打ちコンクリート高欄の公団の標準断面及び配筋（端部配筋）に準じること及び過去に類似断面に対する実験¹⁾が行われており、性能も確認されていることから、今回の実験は、プレキャスト高欄のアンカー及びその定着部のみに着目して行った。

1 構造概要

1-1 基本形状

プレキャスト高欄の厚さは、場所打ちのコンクリート高欄（公団標準）と同様の250mmであるが、

基部は床版へ固定するためのアンカーボルトの設置スペース確保のため、車道側に設けている地覆と同様の地覆を外側に設け、左右対称形状とした。（図-1参照）ブロックの高さは、据え付け時のレベル調整代15mmを考慮して1060mmとし、長さは、

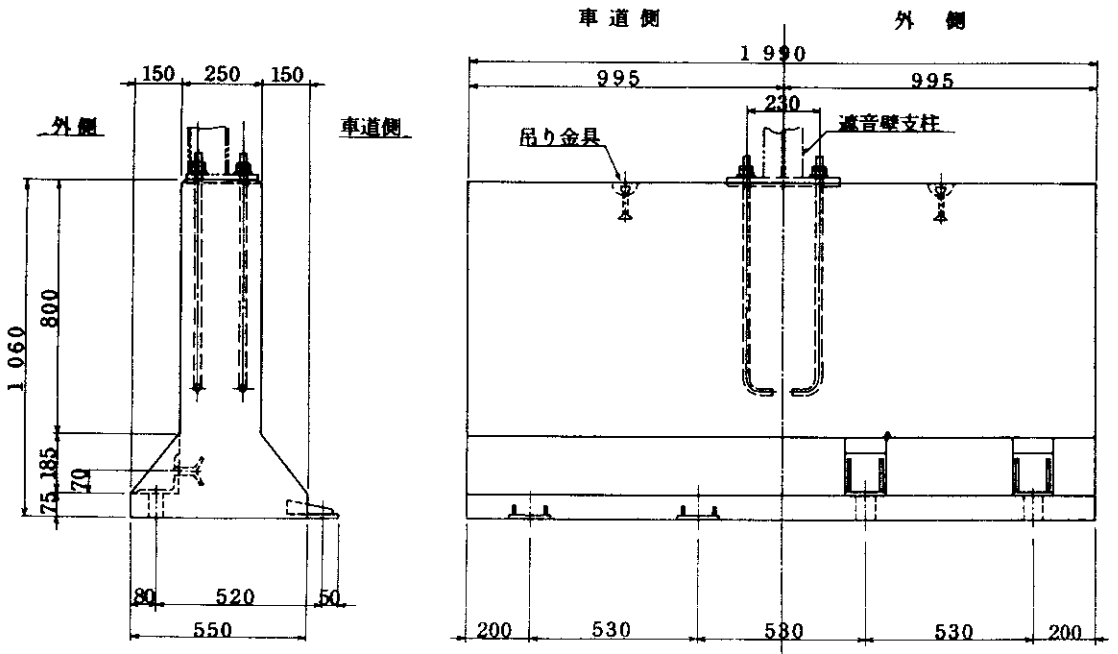


図-1 プレキャスト高欄基本形状図

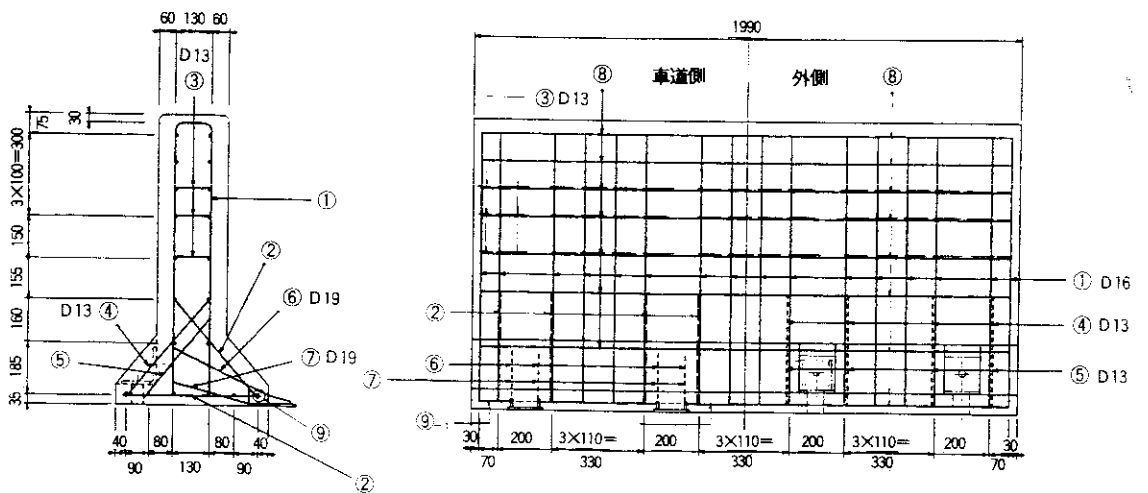


図-2 プレキャスト高欄配筋図

必要なアンカー本数と配置、目地幅、高欄上に設置される遮音壁の標準寸法及び据え付け時のハンドリング等を考慮して、1990mmを標準長さとした。

1-2 配筋

プレキャスト高欄は、通常の場合打ちRC高欄のような連続壁としないことを考慮し、配筋は通常の高欄に対する衝突荷重の2倍の荷重に耐えられるよう十分な量の鉄筋（端部配筋）を配している。（図-2参照）

1-3 床版への固定方法

床版への固定はアンカーボルト固定用の金物をブロックから張り出して設けている。（図-3参照）この定着金物には、鉄筋を溶接してコンクリート内で定着させている。車道の外側は、高欄基部の一部を切り欠き、この部分にアンカーボルト孔を開けている。アンカーボルトは、1ブロック当たり最低8本を使用し、床版へ固定するものとした。また、アンカーボルトは、車道側のアンカーと反対側（外側）のアンカーを1本にしたU字形としており、床版の配力筋がこのU字の間に配筋されることから、床版内への定着はより確実なものとなっている。（図-4参照）

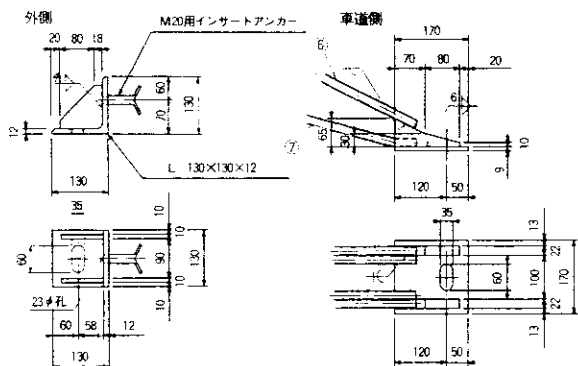


図-3 アンカー定着金物詳細図

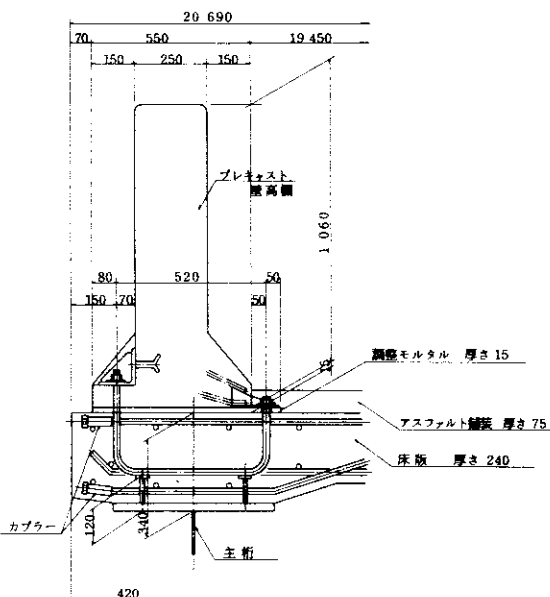


図-4 プレキャスト高欄定着部詳細図

カバー用スリーブ取付要領図 S=1/10

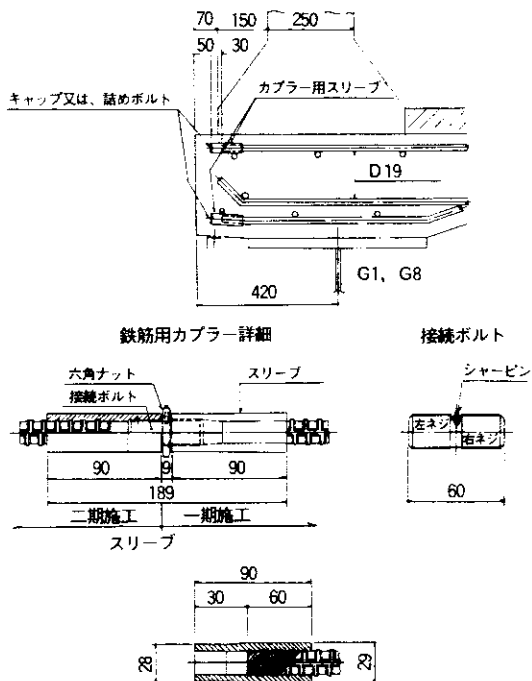


図-5 床版鉄筋用カバー詳細図

1-4 床版の配筋

基本的な配筋は通常のRC床版と同じであるが、プレキャスト高欄設置部は、将来の幅員拡幅を想定しているため、主鉄筋は継ぎ足しが可能なように、端部に接続用カプラーを取りつけている。(図-5参照) この接続用カプラーは、かぶりを40mm程度はつりだすだけで継ぎ足し可能なタイプを採用しており、床版のはつり量が極めて少なく、また、はつり作業は、プレキャスト高欄を撤去しなくても鉄筋の接続が可能となっている。

2 アンカー部の耐荷性能確認実験

2-1 実験概要

実験に用いる供試体は、実際に使用する予定のものと同じのプレキャスト高欄を製作し、実験用のコンクリート床版に据え付け、荷重を静的あるいは、動的(衝撃)に載荷し、アンカー定着部の損傷の有無、損傷状況を確認する。

静的載荷は、設計時の荷重(衝突を考えた高欄に対する推力、風荷重)を想定したものであり、動的には、実際に車両が衝突した場合を想定したものである。供試体の配置を図-6に示す。

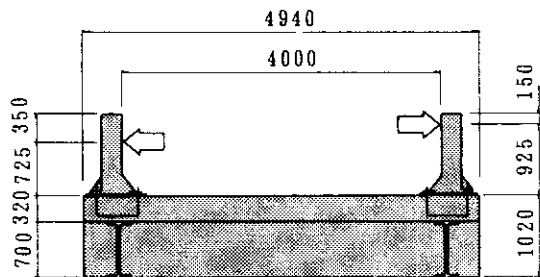
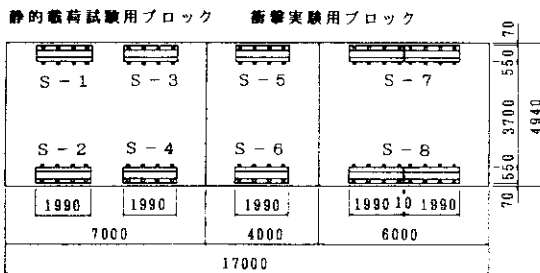


図-6 供試体配置図

2-2 静的載荷実験

2-2-1 実験目的

高欄の設計荷重=衝突荷重+風荷重(ここで風荷重とは2mの遮音壁有りで風荷重強度は1/2とする。)を水平荷重として高欄頂部付近に静的に、ほぼ等分布荷重となるように作用させ、アンカー部に問題のないことを確認する。

2-2-2 載荷荷重

載荷荷重は、表-1に示すように設計荷重に対する基部曲げモーメントとプレキャストブロック基部での許容曲げモーメント(アンカーボルトが単鉄筋計算で $\sigma_s = \sigma_{sa} = 1400 \text{ kg/cm}^2$ になる曲

表-1 載荷荷重

	設計荷重(衝突・風)	許容荷重
基部曲げモーメント	$M=4.338t \cdot m$	$M=4.655t \cdot m$
載荷荷重	$q=4.338/0.925=4.690t/m$	$q=4.655/0.925=5.032t/m$
ブロック当たり載荷荷重	$Q=2m \times 4.690t/m=9.380t$	$Q=2m \times 5.032t/m=10.064t$

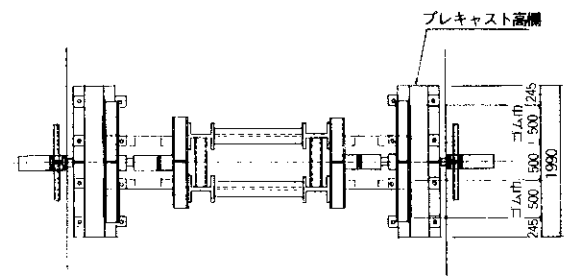
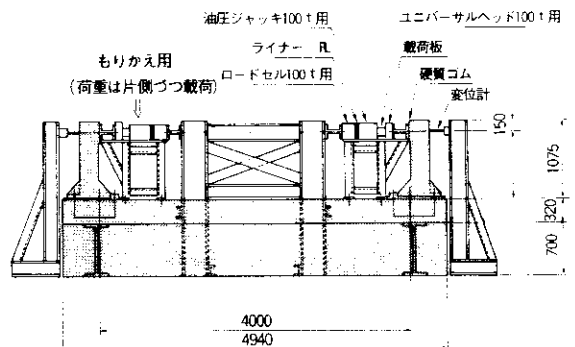


図-7 静的載荷要領図

げモーメント) がほぼ等しいので、実験は許容荷重の値である10tf/2mまで載荷するものとする。

2-2-3 載荷要領

荷重は、段階的に載荷するものとし、高欄の内側から2t程度の載荷ピッチで、0→10t→0を3回繰り返した後、アンカー部が破壊するまで載荷する。(図-7参照)

2-2-4 確認項目

静的載荷実験にて確認する項目は、以下のとおりとする。

- (1)アンカー部において、異常の有無を目視にて確認する。
- (2)高欄の変形(たわみ)について変位計を用いて計測する。
- (3)高欄内側の基部において、床版との接触部の開口量について計測する。

2-3 動的(衝撃)載荷実験

2-3-1 実験目的

衝突荷重に対する耐荷力を確認するもので、衝

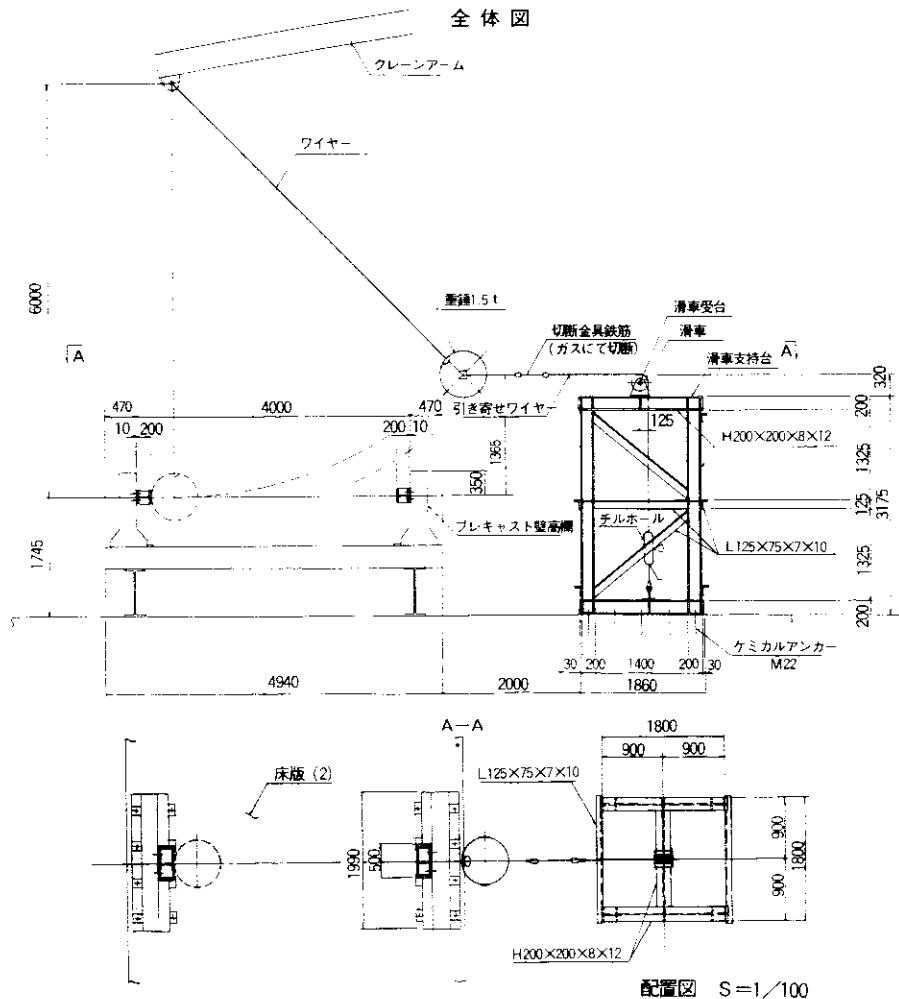


図-8 動的(衝撃)載荷要領図

撃荷重を局部的に載荷し、アンカー部の変形の有無あるいは、変形の状態を確認する。

2-3-2 載荷荷重

載荷荷重は、従来公団内で高欄あるいは中央分離帯に対する衝撃破壊実験で採用されている値として、2.62t-mを床版面上0.725mの位置に載荷する。なお、この衝撃力は、高欄（一般部）がせん断破壊を生じるエネルギーと参考文献-1に報告されており、この値が公団内でその後の実験に使用されてきているものである。

2-3-3 載荷要領

1.92tの重錘（鋼球）をクレーンで吊り下げ、これを所定の高さ（ $H=1.365\text{m}$ ）から振り子状自由落下させ高欄の中央部及び端部（目地部）に衝突させる。（図-8参照）

2-3-4 確認項目

動的載荷実験にて確認する項目は、以下のとおりとする。

- (1)アンカーボルトの破断、抜け出し、あるいは損傷の有無を目視にて確認する。
- (2)高欄のアンカー定着部コンクリートの損傷の有無あるいは損傷状態を確認する。
- (3)高欄のアンカー定着金物の変形、損傷の有無

あるいは変形状態、損傷状態を確認する。

- (4)高欄目地部に載荷した場合についての上記(1)~(3)の項目を確認する。

3 実験結果

3-1 静的載荷実験結果

3-1-1 載荷荷重と変位の関係

載荷荷重（ $0 \rightarrow 10\text{t}$ ）と変位量の関係で、高欄頂部水平変位を図-9に、高欄底部の開口量を図-10に示す。

実験結果より次のことが考察される。

- (1)第1回目の載荷荷重（10t）後、荷重除去するといずれの部位においても残留ひずみ（初期変形と考えられる）が生じているが、2回目以降の載荷ではこれが増大することなく、荷重と変位はほぼ直線の関係にあり、載荷荷重の範囲内ではアンカー部を含めた高欄全体が弾性挙動を示していると判断できる。
- (2)風荷重作用下における高欄の挙動を考えた時、風荷重による基部曲げモーメントは

$$M=1.844\text{t}\cdot\text{m}/\text{m}$$

となり、これに相当する実験時の載荷荷重は

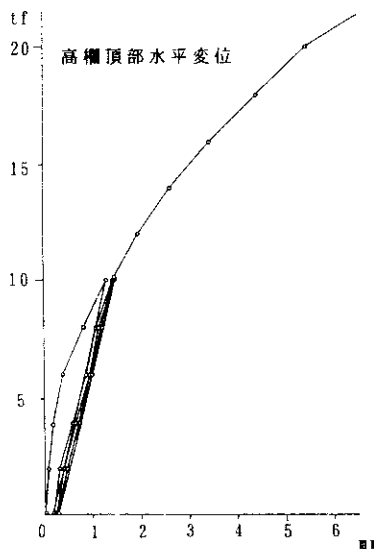


図-9 高欄頂部水平変位

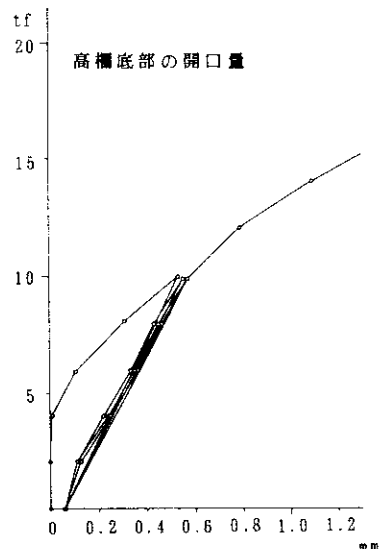


図-10 高欄底部開口量

$$\begin{aligned}
 P &= 1.844t \cdot m / 0.925m \times 2 \\
 &= 3.987t \\
 &\approx 4.0t
 \end{aligned}$$

P=4.0t時の高欄基部内側の開口量は、第1回目の載荷では $\delta_c=0.03mm$ 程度、第2回目以降で $\delta_c=0.2mm$ 程度である。また、第1回目の載荷では、この時点における高欄内側の高欄とグラウト境界にはいずれの供試体においてもクラックの発生は認められなかった。すなわち、風荷重作用下においては、高欄基部と床版は一体となってほぼ弾性挙動し、クラック発生に伴う雨水の進入によるアンカーボルトの劣化等の恐れもないものと考えられる。

3-1-2 10t以上の載荷荷重域での挙動

各供試体共、最後の載荷（3回目または4回目）は10tを超えて載荷し、アンカー部が塑性変形するまで載荷したが、変位計の能力（max25mm）より、載荷位置での変位が20mm程度となった時点で載荷を中断した。S-4 供試体についてのみ、第4回目の載荷の際、高欄天端の水平変位をスケールによる目視で計測した。計測は変位計による計測点A₁₋₁の真上の高欄天端で行っており、この

位置における荷重と変位の関係を変位計によるA₁₋₁のデータと共に図-11に示す。

高欄基部の開口量及びアンカー部については、以下に示すとおりであった。

高欄内側の本体基部とグラウトの境界に発生するクラックは、載荷荷重の増加と共に大きくなりP=28tの時点ではクラック幅（基部内側の開口量）が9mmに達した。

同時に、高欄内側のアンカー部近傍のコンクリートに0.2mm程度のクラックの発生がみられた。ベースプレートも曲げにより塑性変形を起こしているものの、アンカーボルトは健全な状態であった。



写真-1

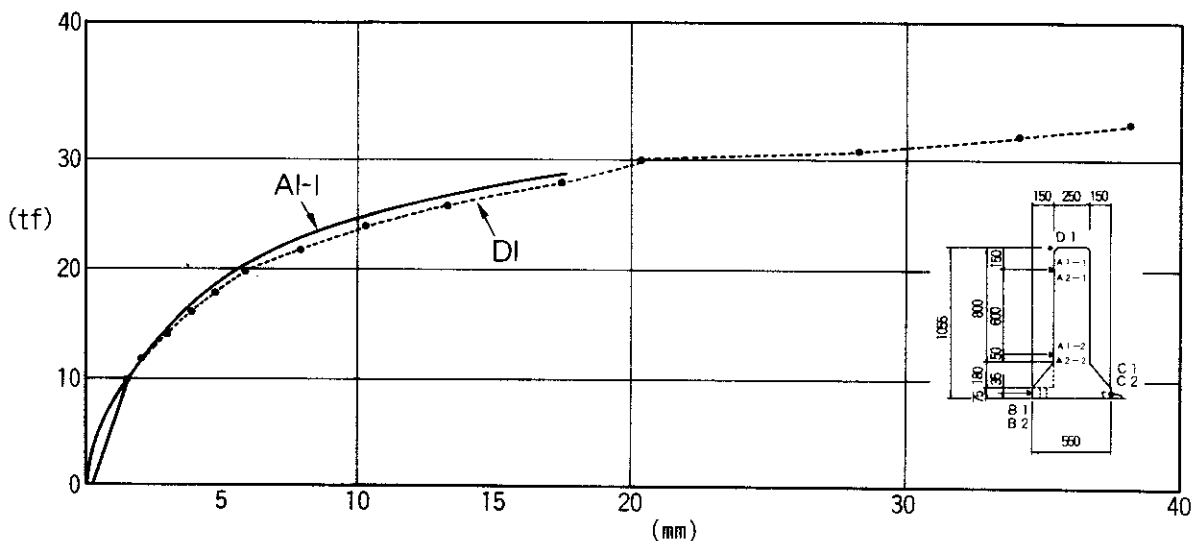


図-11 載荷荷重と変位の関係

載荷荷重が20tを超えると変形が急激に増加し、33tで高欄内外共にアンカー金具が高欄基部のコンクリートから完全に脱落した。(写真-1 参照)

3-2 動的載荷実験結果

3-2-1 単体中央載荷 (1回目)

2体の供試体は、ほぼ同じような損傷状態であり、下記のとおりであった。

(1)高欄全体 (写真-2 参照)



写真-2

衝撃力載荷後のプレキャスト高欄は外側基部を支点とし、内側基部が約13mm程度全長にわたって開口し、全体に傾いた状態で静止した。開口は高欄基部のグラウトモルタルと高欄底面との剥離であった。高欄全体が平面的な横移動した形跡は認められなかった。

(2)高欄内側アンカー金物 (写真-3 参照)



写真-3

ベースプレートは曲げにより相当大的な塑性変形を生じているが、リブとの溶接部の損傷あるいはアンカーボルト孔からの亀裂等は

生じていなかった。また、リブ自身の曲げ変形も見受けられなかった。

高欄への定着部は、アンカー金物のリブに溶接された鉄筋により、高欄内部に定着されているが、アンカーボルトの引張力によりコンクリートに微細なクラックが生じている箇所もあるが、金物が大きく剥離することにはなかった。

(3)高欄内側アンカーボルト (写真-3 参照)

引張、せん断による破断あるいはネジ山の破壊による抜け出しは生じなかったが、実験後のナットの位置から見てボルトも塑性変形(伸び)を生じていると考えられる。

(4)高欄外側の定着金物及びアンカーボルト (写真-4 参照)

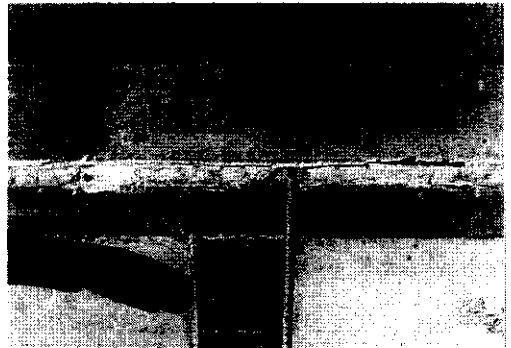


写真-4

大きな変形は認められなかったが、金物と座金の隙間が若干開いており、衝撃を受けた際に外側のボルトも高欄の転倒に対して抵抗したのと考えられる。

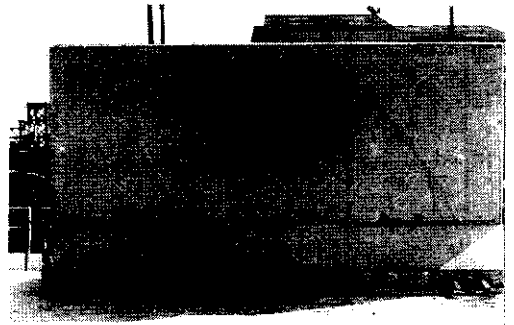


写真-5



写真-6

15)プレキャストコンクリート壁（写真-5、6参照）

壁に微細なクラックが生じたが、コンクリートの飛散にまでは至っていない。

3-2-2 目地部載荷

衝撃荷重載荷後には、単体中央載荷の場合と同様に内側基部が全長にわたって開口し、傾斜した状態で静止しているが、開口量は目地付近の方が端部よりも大きい。高欄基部の目地及び目地付近の地覆が若干剥離していることから、一体の高欄としては荷重を端部に受けたことにより、高欄自身は転倒と同時に平面的に回転しようとしたことが考えられる。（写真-7参照）

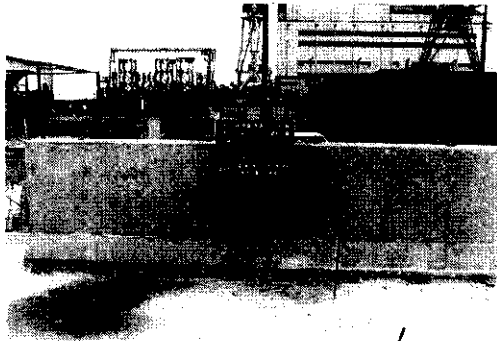


写真-7

3-2-3 単体中央載荷（2回目）

2回目の載荷により、供試体に生じた損傷の主な点は下記のとおりであった

①高欄内側アンカーボルトは、1本が破断し、他の3本はネジ山の破損によりナットがボルトから脱落したが、高欄自身は外側のアンカー

ボルトで支えられ、平面移動することなく傾斜した状態で静止した。（写真-8参照）

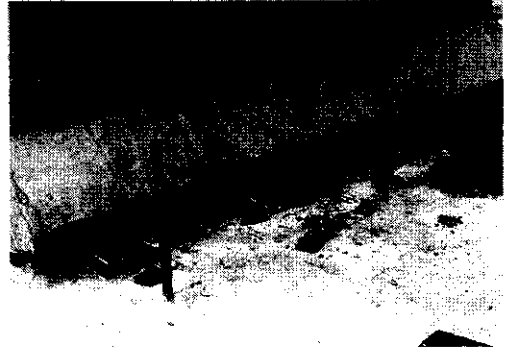


写真-8

(2)高欄外側のアンカー定着金物には、大きな損傷は見受けられなかったが、高欄のコンクリート地覆のかぶりか範囲に剥離した。（写真-9参照）



写真-9



写真-10

(3)高欄撤去後、床版コンクリートの状態を観察したが、異常は認められなかった。また、外側のアンカーボルトで若干曲がりを生じているものがあった。(写真-10参照)

4 まとめ

今回の実験に用いたプレキャスト高欄及び高欄の床版への固定方法で、十分実用に耐え得ることが確認できた。ただし、衝撃荷重用後は、相当の塑性変形が高欄内側のアンカー定着金物及びアンカーボルトに生じること、及びコンクリート表面にクラックが発生することが判明したので、現実の衝突事故等が発生した場合は、衝突規模によって高欄本体、場合によってはアンカーボルトも取り替える必要が生じると思われる。

あとがき

プレキャスト高欄の採用にあたり、今回の実験によって十分使用できることが確認され、貝塚工区において施工を行った。施工に際しては、U字形のアンカーボルトの据え付け精度が、プレキャスト高欄の設置精度に大きく左右するため、その施工方法については種々検討を行った。

供用後のメンテナンスについても、取替えが必要な損傷判定基準や補修方法等の検討も行う予定である。最後に、本報告をまとめるにあたりご協力をいただいた、貝塚(その2)鋼桁工事JV、関係各位に感謝の意を表する次第である。

参考文献

- 1) 阪神高速道路公団：コンクリート高欄破壊実験報告書 昭和46年12月
- 2) 阪神高速道路公団大阪管理部：中央分離帯改良設計業務(61-西・森)報告書 昭和62年1月
- 3) 阪神高速道路公団大阪管理部：大阪府道高速池田線中央分離帯改良設計業務(62-空)報告書 昭和63年3月