

本州四国連絡鉄道道路併用橋の調査

田 中 行 男*
野 口 功**

まえがき

本州四国連絡橋の調査については、すでに土木学会の委員会の技術調査報告書が提出され、工事費、工期についても公表されている。その後において、日本鉄道建設公団としては、学会の技術調査報告の趣旨を尊重し、かえって従来よりも調査費を増額して鉄道道路併用橋に関する調査を推進しているの、従来調査の経過の概要と、現在とくに重点的に実施している調査の内容について簡単に述べることにする。

1. 本四連絡橋に関する調査経緯

現在、鉄道公団において鉄道道路併用橋を、建設省において道路単独橋を対象として調査を進めている。連絡鉄道の調査は、鉄道敷設法にもとづき国鉄が昭和 30 年度から本四淡路線について開始されたが、その後昭和 34 年から建設省が連絡道路橋の調査に着手した。このため昭和 35 年第 28 回鉄道建設審議会において、国鉄は建設省と連絡を密にし、相互に協力して調査を実施することが適当である旨の建議が行なわれ、この建議にもとづいて国鉄は併用橋の調査を進めることになった。

さらに、昭和 36 年鉄道敷設法に本四備讃線が追加され、昭和 39 年、日本鉄道建設公団の発足にともなうて、国鉄における調査は鉄道公団に引き継がれ、現在に至っている。

この間、昭和 37 年には国鉄と建設省は、両機関の実施する調査結果についての技術的検討を土木学会に委託した。土木学会は、関係各分野の専門家により構成される「本州四国連絡橋技術調査委員会」を設置して、連絡橋の基礎、上部構造、耐震設計、耐風設計、併用橋の問題等について検討を行なうとともに、設計基準（案）を

作成し、さらに各計画、ルートごとに技術的問題点を明らかにし、これらの結果をとりまとめて昭和 42 年 7 月、最終報告書を鉄道公団および建設省に提出した。その後鉄道公団と建設省は、従来の調査の結果および学会の報告にもとづいて、各ルートごとの工事費と工期を算定し、その結果はすでに公表されている。

その後も技術上の問題点については両者が継続して調査検討をすすめているが、これらの技術的問題点以外に架橋にもなう船舶航行の安全に関する調査、あるいは、本四間架橋の経済効果を推定するため、計量経済学的手法によって目下調査をすすめている。

2. 鉄道道路併用橋

本四連絡架橋は、いずれのルートをとって見ても、世界の長大橋に比較しても類の無い大規模のものである。現在中央支間 1000 m 以上の吊橋は世界に 6 橋が架設せられているが、その架橋位置を見ると、主として市内またはローカル交通対策として建設されたもので、近傍に陸上の鉄道または道路による回経路を持たないものは 1 ヶ所もない。これに比較すると、本四架橋は明石ルートの場合には中央支間 600~1500 m の吊橋 4 橋を含む全長 6.9 km、備讃ルートの場合には同じく 600~1100 m の吊橋 3 橋を含む 9.5 km の橋梁を建設しようとするものであって、きわめて大規模の橋梁計画である。特にこの架橋計画は、海洋を横断して本州と四国の間に直接連絡の交通手段を提供しようとするものであって、国土開発のための大きな使命を帯びたものというべきものであり、連絡鉄道、連絡道路の必要なことは当然といわれなくてはならない。

上述のように、従来の長大橋は、市内交通、または局地交通対策として架設されたものが多いから、中央支間 1000 m 以上の吊橋で併用橋として設計されたものはニューヨーク市内のジョージ ワシントン橋（1067 m—中央支間以下同じ）、リスボン市内のサラザール橋（1013

* 正会員 工博 日本鉄道建設公団 理事

** 正会員 工博 日本鉄道建設公団 大阪支社計画部長

m) にすぎない。しかし、前者については結局併用橋は実現せず道路橋となり、後者は将来必要な補強を行なって鉄道を通すこととして、現在は、道路橋として供用されている。これに反して、サンフランシスコのゴールデンゲート橋(1280 m)は、当初道路橋として設計されたものであるが、市の湾岸高速鉄道の計画に際しこれに高速鉄道を通す案が提出され、その可能性について検討したところ、コンサルティング・エンジニアの C.H. Gronquist 氏が、併用可能の結論を出したにもかかわらず、O.H. Ammann 氏の反対によって実現しなかった事例もある。おそらく、この問題はゴールデンゲート橋を当初から併用橋として設計し、実施の際に適当な考慮を払っておいたならば容易に実現し得たことであろう。巨大工事には先見の明が必要であることの良例である。

道路橋に鉄道を併用することは、橋梁の負担を著しく増加するように考えられがちであるが、長大吊橋の場合、道路荷重は橋梁全長にわたって満載となるが、鉄道は信号制御によって上下2列車を考えてさしつかえないから、総体的な活荷重としては道路橋の方がはるかに大きい。また、長大吊橋の死荷重はきわめて大きいから、活荷重/死荷重の値も鉄道については非常に小さくなる。

従って、列車を通す軌道の構造等、技術的に見て細目の問題はあっても、長期にわたる鉄道道路併用橋に関する調査について技術的検討を行なった土木学会の委員会の報告においても、長大吊橋を併用橋とする場合の設計施工上の一般的問題点については、ほとんど道路橋の場合と変わりはなく、特に困難な問題を生ずることはないとしている。

併用橋について注目すべきことは、世界の長大吊橋の嚆矢となったアメリカのウィリアムズバーグ橋(488 m)やマンハッタン橋(448 m)は、すでに60年以前の建設であるにもかかわらず、当初はそれぞれ6線および8線の多数の線路が敷設されていたということである。欧米における鉄道道路併用橋の実例を示すと、表-1の通りである。

3. 上部構造に関する調査

中央支間が600~1500 mの長径間鉄道道路併用吊橋に鉄道を通すことに関する特有の問題点は、列車の走行が吊橋におよぼす影響と、吊橋上を通過する列車の走行安定性の2つに大別される。これらの問題を解明するために鉄道公団(国鉄)は、昭和35年以来鉄道道路併用橋に関する調査研究を進めてきた。その概略を述べると次の通りである。

まず吊橋上の列車が吊橋に与える衝撃作用を検討するため、東京大学に委託して吊橋全橋模型(8~12 m)による静的載荷試験、振動実験、列車走行荷重による衝撃試験を行ない、列車の走行が吊橋におよぼす影響について詳細な検討を行なった。また、列車荷重による変形と、振動の面から併用吊橋の剛度について検討し、斜張索、あるいは斜吊材を用いた場合の補剛効果を吊橋模型について実験的に検討するとともに、連続補剛桁についても検討した。

また、併用吊橋の耐風安定性、および風による吊橋の変形、振動が列車の走行安定性および乗心地に与える影響を調査するため、東京大学に委託して大型風洞(吹出口16×2 m、最大風速17 m/sec)により、各種形式の鉄道吊橋について全径間風洞実験を実施してきた。この他京都大学にも斜張索を用いた吊橋の振動実験、および、塔橋脚の連成振動実験、補剛トラスの耐風安定性の実験等を委託実施してきた。

上記の諸実験と並行して、吊橋上を走行する車両の安定性、乗心地、軌道構造を検討するために、これも東京大学に委託して、定置車両の振動模型実験、振動軌道台(長さ17 mおよび36 m)による模型車両の走行実験を行なっている。また、このほか橋梁材料試験としては、補剛桁弦材、もしくは塔構造その他に一部使用を余儀なくされるものと想定して、50, 60, 70, 80 キロの高張力鋼について破壊ひずみ特性、疲労、座屈、高力ボルト継

表-1 欧米における鉄道道路併用橋の実例

区 分	現在併用橋として利用されているもの			併用橋として架設し、のち軌道を撤去したもの		併用橋として計画されたが、道路部のみ利用されているもの	
橋 名	ウィリアムズバーグ橋	マンハッタン橋	ベンジャミンフランクリン橋	ブルックリン橋	サンフランシスコオークランドベイ橋	ジョージ・ワシントン橋	サラザール橋
所 在 地	ニューヨーク(U.S.A.)	ニューヨーク(U.S.A.)	フィラデルフィア(U.S.A.)	ニューヨーク(U.S.A.)	カリフォルニア(U.S.A.)	ニューヨーク(U.S.A.)	リスボン(ポルトガル)
完 成 年	1903	1909	1926	1883	1936	1931	1966
スパン(m)	(181.7)+488+(181.7)	221+448+221	219+533+219	284+486.3+284	354+704+354	186+1067+198	483+1013+483
車 線 数	4	4	6	2	9	7	4
軌 道 数	6	鉄道4, 電車4	4	4	電車2	電車4	(2)
歩 道	2@5.385=10.77m	2@3.048=6.096m	2@3.048=6.096m	—	—	2@3.277=6.554	2@0.6=1.2m
現 状	軌道は2軌道の地下鉄のみとなり車道は現在6車線、歩道撤去	現在地下鉄4軌道	軌道は2軌道2~3両編成の軽い電車が通る。道路8車線	道路6車線	道路10車線	現在道路14車線軌道実現せず	現在道路部のみ開通将来、補強して鉄道部を追加する計画

手等に関して、名古屋大学、東京大学、鉄道技研に調査実験を委託している。

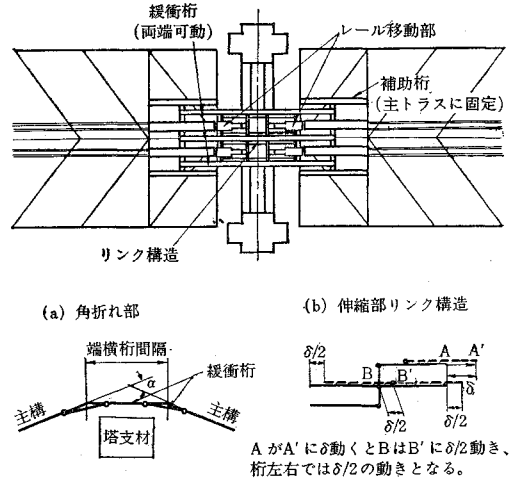
以上の諸実験・研究による調査結果は、鉄道公団に設置した「本州四国連絡鉄道吊橋技術調査委員会」で検討のうえ、土木学会の委員会に報告審議されたのであるが、その結果、中央支間長 600~1500 m の吊橋について、複線の鉄道荷重と 6 車線の道路荷重を吊橋の応力および変形に対して、もっともきびしい状態に組み合わせ、吊橋の形式としては最も一般的である 2 ヒンジ補剛トラス形式を対象とした場合でも十分な強度と剛度を持った併用橋を設計することができることが確認されたのである。

その主な技術的検討結果を列記すると、次の通りである。

- ① 中央支間長 600~1500 m の鉄道道路併用吊橋においては、120 km/h 程度までの列車の走行速度に対して、有害な振動が吊橋に生ずることはない。補剛トラスの衝撃係数は複線載荷において 0.06 をとれば十分安全である。
- ② 鉄道を通すことによって特に吊橋の耐風安定性が損われることはない。むしろ剛度が増加して耐風安定性が向上する傾向がある。現在列車の運転が許される風速の限度は 30 m/sec であるが、この範囲内の風速によって、列車走行に支障をきたすような有害な振動が吊橋に発生することはない。
- ③ 軌道の勾配変化、伸縮などに対する適切な軌道構造を設ければ、吊橋上の軌道を走行する列車は、列車の走行にともなう吊橋の変形および振動によって、車両の走行安全および乗心地に支障を生ずることはない。

長大吊橋で鉄道を通す場合、併用橋独自の特殊な問題となるのは上記 ③ 項の補剛桁の角折れによる勾配変化と伸縮に対応して、どのように軌道構造を設計するかということである。たとえば、中央支間長 1500 m の 2 ヒンジ補剛トラス形式について、最も不利な設計条件の組合せによって計算すると、塔基部の角折れの最大は、40/1000、橋軸方向の移動量はほぼ ± 1.50 m になる。このうち角折れに対しては、図-1 に示すような緩衝桁によって、10/1000 の 4 段変化に緩和すること、および伸縮に関しては、図-1 (b) のようなリンク構造によってその移動量を半減し、従来の鉄道線や新幹線で採用しているような軌条の伸縮継目によって容易に処理し得る構造とすることができる。これについては細部記述、構造模型による検討のほか、鉄道技術研究所に委託して角折れ軌道上の模型車両の走行実験を実施しており、設計上、特別の困難はないことを確認しているが、なお実車両による実験も行なう予定である。

図-1 緩衝桁概要図



以上の問題は、長大吊橋の一般的形式ヒンジ補剛トラスを採用した場合の塔基部において最悪の条件を生ずるものであるが、連続補剛桁を採用すれば塔基部の問題は解消し、アンカレッジ方の補剛桁端のみが問題となる。

このような観点から連続補剛桁について検討した結果角折れの最大量は 30% 程度減少し、伸縮量についても最大伸縮量はあまり減らないが、列車が緩衝桁上を走行する場合の伸縮量はおよそ半減することが判明した。従って、連続補剛桁は列車走行には好ましいが問題がすべて解消するわけではなく、また塔基部における補剛トラスの曲げモーメントの値が大きくなり、断面構成上 80 キロ鋼程度の鋼材の使用が必要となり、鋼材全体の使用量は若干は増加する見込みであるので、なお検討を要するものと考えられる。

4. 基礎構造調査

本四連絡橋に関する技術的問題が世界の他の長大橋と最も異なる点は、下部構造の設計・施工条件のきびしさにある。表-2 は本四連絡橋と世界の長径間吊橋の基礎の施工条件を比較したものであるが、潮流、水深、根入れいずれの条件も本四の場合にはきびしく、設計上はさらにわが国特有ともいふべき台風、地震の条件を加えなくてはならない。土木学会の本州四国連絡橋技術調査委員会の報告では、いずれの橋梁も施工は可能であると結論されているが、なお実施に先立って十分な調査実験を行なうよう勧告されているので、鉄道公団としては下部構造に関する主要な調査として、建設省がさきに実施した基礎工実験との重複を避けて、海底に岩盤が露出しており根入れもあまり深くは必要としない基礎構造について、大規模な実験調査を実施中である。

海底に岩が露出する場合の一つの基礎工法として、当

表-2 本州四国連絡橋と世界の長径間吊橋の基礎の施工条件

ルートまたは橋名	橋梁規模 (km)	最大 支間長 (m)	最も深い基礎工			
			潮流 (m/sec)	水深① (m)	根入れ② (m)	①+② (m)
明石～鳴門 併用橋	6.6	1 515	4	50	43	93
下津井～坂出 併用橋	6.1	1 113	2	35	15	50
尾道～今治 道路橋	9.0	1 010	3	15	5	20
若戸大橋 道路橋	2.1	367	1	13	10	23
Verrazano Narrows	4.2	1 298	—	6	46	52
Golden Gate	2.7	1 280	3	24	7	31
Mackinac Straits	5.5	1 158	3	43	20	63
George Washington	2.7	1 067	—	5	16	21
Salazar	3.2	1 013	3	27	52	79
Forth Road	2.5	1 006	—	7	22	29
Severn	1.8	988	5	10	10	20
New Tacoma Narrows	1.8	853	4	41	28	69
San Francisco Oakland Bay	6.9	704	4	12	61	73

注 ① 本州四国連絡橋の橋梁規模は、本州四国訂線間距離のうち島しょ部を除いた海上部延長により示す。
 ② 長大支間長の橋梁規模は、取付け橋梁も含んだ延長である。
 ③ 最も深い基礎工は、同程度の深さの場合、水深の大きい方の基礎工をとった。

公団は土木学会の委員会に海中型わく工法を提案した。潮流のある海上において、海中型わく工法を採用する場合、基礎本体、または基礎本体を支える骨組、あるいは基礎施工の作業足場として各種の海中鉄構が必要となる見込みであるが、水深が深く、潮流の速い場所においては、この鉄構そのものが非常に大きな規模となる。従って、基礎本体の鉄構を直接海中に建設できるとすれば、非常に経済的になるわけである。そこで、海底に岩盤が露出している場所を選び、海底表面の風化した岩を取り除いて鉄構を岩盤の上に設置し、経済的な基礎構造を施工することの可能性を確認するために、大規模な鉄構を海中に設置して各種の調査を行なうこととしたのであるが、実施に際しては、特に次の項目を検討することとした。

㊦ 鉄構すえ付けに先立って、海底岩盤を掘削仕上げする方法

㊧ 鉄構のすえ付工法、ならびにすえ付けた鉄構の安全を確保する方法

これらの項目は単に海中型わく工法による基礎構造の問題点ではなく、海底に岩盤が露出している場合の、ほとんどすべての基礎構造に共通した問題でもある。

この調査のため鉄道公団においては、岡山県倉敷市に本四連絡橋調査所を設置し、昭和 43 年夏、児島沖に海中鉄構のすえ付けを終り、引き続き調査実験を継続している。この調査結果の検討のためには、基礎工調査委員会を設け、調査作業はその大部分を鉄道建設業協会に委託して実施している。以下、これらの調査について説明することとする。

(1) 海中鉄構

先に述べた ㊧ の問題点を解明するため、図-2 に示

すような海中鉄構を製作した。これは潮流の速い海中において基礎工を施工する場合、最も大きな問題となる海中鉄構の構造ならびにすえ付け工法を解明しようとするものであるが、このほか、海中工事におけるもろもろの問題点を、この海中鉄構を利用して調査することを目標とした。たとえば、パーマネント アンカーの強度実験、海中構造物におよぼす潮流圧の測定、海中コンクリートの施工方法に関する各種調査等である。実験用海中鉄構は、岡山県児島沖の松島南方約 200 m の水深約 24 m の地点に設置することにした。鉄構の製作は日本鋼管鶴見造船所において行なわれ、2 000 t デッキパージに搭載して現地付近まで曳航し、水深約 28 m の潮流、波浪の少ない

位置に仮設置し、仮設置位置において、井桁、デッキパネルの搭載、パーマネント アンカー ワイヤーの緊張装置の取付け、鉄構付属物のすえ付け、鉄構足場の水準調整用ジャッキの作動試験等を実施した。最終位置への設置は潮位の低い時間を選び、鉄構を 1 000 t フローティング クレーンで吊り上げ、タグボートで曳航し、転流時をねらって所定の位置に設置した。設置後、パーマネントアンカーワイヤーで安定性を増しておきながら、各脚管を通して、ビルト掘削機によって海底岩を掘削し、ここにさらに鋼管を差し込み、岩盤との間にグラウトを行ない、鉄構の脚を岩盤に定結した(写真-1)。実際の工事に使用する海中鉄構にくらべて、調査に使用した海中鉄構は、規模において数段小さいものであるが、海中

図-2 基礎工調査用の海中鉄構

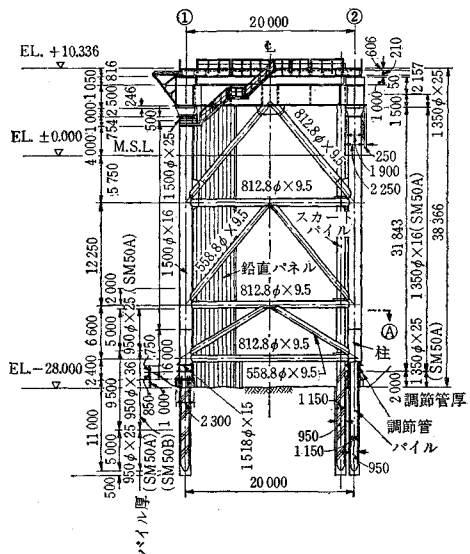
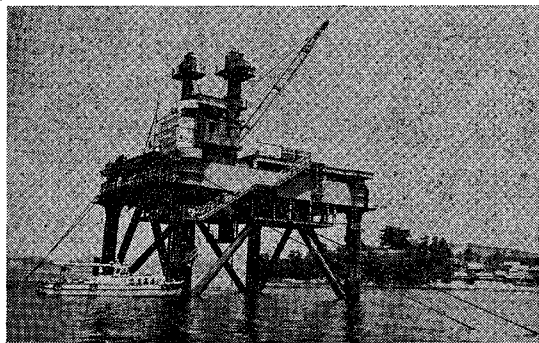


写真 1 実験用海中鉄構と鉄構上のモルタル プラント



(2) 掘削実験

工事における問題点を抽出し、今後の計画のための貴重な資料を得ることができた。

海底に岩が露出している場合でも、岩質によっては、その表面は相当に風化が進んでおり、基礎工を設置するには、これらの風化岩を取り除き、必要に応じて海底面を平坦に仕上げなければならない。海底岩盤の掘削は航路のしゅんせつにおいても実施されているが、現在のところ航路の場合には 17~18 m の水深が限度である。本四連絡橋の基礎岩盤の掘削には少なくとも 20 m 以深での掘削を考慮しなければならないが、これには次のような掘削方式が考えられる。

- ① 発破による破砕
- ② 砕岩船による破砕 (23 m 以深では 現在の機械では困難)
- ③ 水中砕岩機による破砕
- ④ カッター式ポンプ船による掘削 (23 m 以深には 現在の機械では困難)
- ⑤ 大口径ロータリー式掘削機による掘削

実際の工事においては、岩盤の種類、風化の程度、水深等によって、これらの掘削工法あるいはこれらを改良した工法を併用して行なうことになると考えられるが、今回の調査においては、これらのうち水深 30 m 程度においても使用可能と考えられる掘削機とマキナテリー砕岩機について試験を行なうことにし、掘削機としては風化花崗岩を対象にして、ビルト L4S 型掘削機 (掘削直径 1150 mm)、鳴門付近の和泉砂岩層を対象にして、ヒューズ DM 505 型掘削機 (掘削直径 1400 mm) を使用して陸上および海中の掘削実験を行なった。マキナテリー砕岩機については陸上予備実験を実施したのち、海中鉄構設置のための海中掘削を実施したが、それぞれ潮流のある海中の掘削作業について貴重な資料が得られた。

(3) 海中コンクリートの実験

本四連絡橋の基礎工は、そのコンクリート量において

発電用ダムに匹敵する規模のものであり、天候の影響を受け、稼働率の低い海上において、限られた狭い面積にコンパクトなプラントを設備し、能率よくコンクリートを打ち込む工法が必要である。プレパックドコンクリートは、この要求を満たす有効な施工方法であるといえるが、大量のコンクリートを海中で施工するには技術的に非常に多くの問題点が残されており、実施に至るまでに次のような項目について十分な調査をすすめる必要がある。

- ① 海中におけるコンクリートの流動その他性状についての調査
- ② 型わくおよびモルタル漏洩防止工の構造についての調査研究
- ③ コンクリートの打継目の処理に関する検討
- ④ 施工の能率化に関する検討
- ⑤ 注入管 1 本あたりの受持面積の限界に関する調査
- ⑥ 注入の施工管理方法に関する検討

鉄道公団において、昭和 39 年度から鉄道技術研究所に委託して室内実験に着手し、昭和 40 年度から施工実験をあわせて実施してきた。

第一次施工実験は、昭和 40 年度に岡山県玉野市において、直径 3 m、高さ 10 m の実験体 2 基により実施したが、材料分離の問題が発生し、その解決が必要となった。

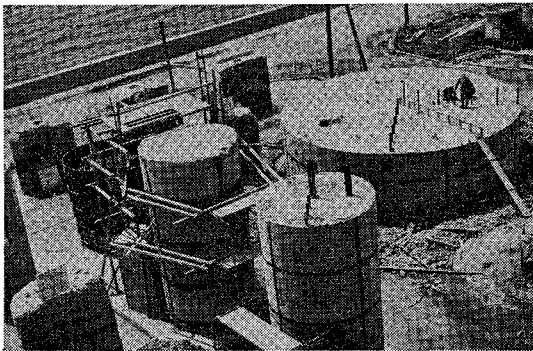
第二次施工実験は、昭和 41~42 年度に香川県坂南市において実施した。実験はグラウトの材料分離を防ぐとともに、さらに一步進んで大規模工事に適用するための注入速度の向上、注入管受持面積の拡大の可能性を明らかにすることを目的としたものである。実験の結果、材料の分離は粗骨材の最小寸法を大きくすることによって十分解決できることが明らかになった。注入速度については従来一般に行なわれている 30 l/min 程度から、約 4 倍の 120 l/min 程度まで上げられること、また注入管の受持面積についても、一般に行なわれている 2~4 m²/1 本程度から、25 m²/1 本程度まで拡大できることが明らかになった。さらに、施工管理の方法の一つとして、超音波によるモルタル上昇検知装置を試作して使用したが、十分に実用の可能性のあることがわかった。

第三次施工実験は、昭和 43 年度から岡山県倉敷市児島において実施しているが、これは第二次施工実験において大量高速注入への足がかりが得られたので、これをさらに実用に近いところまで拡大することを目的とすると同時に、大規模な実験によって施工管理および品質確認の方法の研究、打継目の処理方法に関する検討を行なうことを目的とした。

大規模実験を行なうにあたって、まず問題となったのは高速注入を行なうためのプランがないことであった。

このため一般に実用されているプラントの規模をはるかに越えた実験用のモルタルプラントを製作した。プラントの注入能力は実際上の問題点が十分につかめる規模であることを考慮して、400 l/min の注入が可能であるものとした。製作当初プラントは半自動式で操作を行なうようにしたが、実験途中において操作上の問題が起こり、一定の品質のモルタルを連続して注入するのに非常に困難を生じた。しかし、プレパックドコンクリートの施工にあたって、最も大切な事柄は一定の品質のモルタルを注入することであるので、これを可能にするためにはプラントの安全自動化が必要になり、逐次改良を行なって、最終的には、自動的に計量水の補正が行なえるところまで進めることができた。

写真-2 プレパックドコンクリート実験の全景



第二次施工実験における注入速度は 120 l/min、注入管 1 本あたりの注入面積は 25 m²/1 本であったものを第三次施工実験においては、注入速度 400 l/min、注入管 1 本あたりの注入面積 75 m²/1 本にまで上げることができた。写真-2 は直径 10 m、高さ 3 m のブロックを注入管 1 本で施工したものであるが、注入はほぼ完全

に行なわれており、現在、コアの採取、モルタルの分析等の試験を実施している。

プレパックドコンクリートを本四連絡橋の基礎工の施工に応用するにあたっては、型わくの構造、漏洩防止工の構造、施工の区画割り、打継目部の構造、材料の供給、貯蔵方法等について今後の調査を進めることとしているが、これまでの実験によって、大規模コンクリートの施工にプレパックドコンクリートで十分使用できることが明らかになったことは貴重な成果と考えている。

あとがき

本四架橋に関する調査が、開始されてからすでに久しく、この間、学会関係、各大学、官公庁、民間各方面の方々から大きなご援助を頂いて、調査は橋梁技術の各分野にわたって着々とその成果をあげつつあるが、この橋梁は既述の通り世界に類例を見ない規模と技術的問題を含んだものであって、実施にあたっては、わが国の最高の土木技術力が結集されなくてはならない。

いまや本州と九州は新幹線と関門架橋を合わせると、鉄道は複線の二系統、道路はトンネルと橋梁の二系統合計四系統の交通路が確保されることになる。これに比較すると、北海道と四国は工事の困難性の故に長く放置された感じがする。しかし、北海道に対しては当公団が実施中の青函トンネルの調査工事も着々進行中であり、その技術的可能性が確認されるに至ったので、これと相まって本四架橋が実現し、わが日本の国土を形成する四大島が一体となって、その開発が促進されることを期待するとともに各方面から当公団の調査に寄せられたご協力に対し厚く謝意を表する次第である。

(1969.7.23・受付)

本州四国連絡橋技術調査報告書

付属資料 1. 耐風設計指針 (1967) および同解説特別頒布

本学会が建設省および日本鉄道建設公団より委託をうけて調査した結果を「本州四国連絡橋技術調査報告書」(4冊一組)として頒布いたしました。そのうち、付属資料 1. の下記指針は、学術的、技術的にもきわめて貴重なものであり会員からの要望もありますので委託者のご厚意により限定部数にかぎり増刷の許可を得、下記により頒布しますので希望者は至急申込み下さい。

記

目次：第1章 総則／第2章 風の特性／第3章 風速の変動／第4章 設計風速／第5章 静的設計／第7章 動的解析／第7章 構造物に対する風洞実験／第8章 架設中その他の問題点

A 4判 120 ページ、活版印刷

頒 価：1200 円 (送料 100 円)

頒布部数：100 部

申込要領：前金で土木学会刊行物頒布係へお申込み下さい。