

Wadi-Leban-Schrägseilbrücke: moderne Anwendung der Segmentbauweise

Autor(en): **Lengweiler, Roy / Marchon, Gerard**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **117 (1999)**

Heft 29/30

PDF erstellt am: **06.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-79767>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Roy Lengweiler, Riyadh, Gerard Marchon, Lyssach

Wadi-Leban-Schrägseilbrücke

Moderne Anwendung der Segmentbauweise

Die Baumethode vorgefertigter Segmente erweist sich als besonders wirtschaftlich bei Grossprojekten, die nach einer industriellen Fertigung und rascher mechanisierter Errichtung zielen. Mit der fortgeschrittenen Entwicklung und gewonnenen Erfahrung aus der Segmentbauweise von konventionellen Durchlaufträgern wird dieses Bauverfahren seit einigen Jahren erfolgreich im Bau von Schrägseilbrücken eingesetzt. Die Wadi-Leban-Brücke in Riyadh, Saudi-Arabien, Mitte dieses Jahres fertiggestellt, ist die weltweit grösste in Segmentbauweise hergestellte Schrägseilbrücke.

Das Hauptprojekt der südlichen Erweiterung der Ringautobahn von Riyadh ist die 763 m lange Schrägseilbrücke über das 80 m tiefe Tal namens Wadi Leban. Das rund 51 Mio. US-Dollar kostende Projekt wurde von einem namhaften Londoner Ingenieurbüro im Auftrag des Ministry of Communication verfasst und die Ausführung an ein im Mittleren Osten bekanntes griechisch-saudisches Unternehmen vergeben.

Gemäss internationaler Praxis liegt neben den üblichen unternehmerischen Risiken auch die technische Verantwortung während der Ausführung bis zum Ablauf der Garantiefrist vollumfänglich beim Unternehmer, während der Projektverfasser die Bauleitung für den Bauherrn übernimmt. Die Vielschichtigkeit der Proble-

matik in der Konstruktion einer Schrägseilbrücke bedingt weitführende technische Studien vor und während des Baus, die vom Umfang her durchaus mit der ursprünglichen Projektverfasserarbeit zu vergleichen sind. (Diese Ingenieurarbeiten wurden Anfang 1994 dem technischen Büro einer international bekannten Spezialbauunternehmung in der Schweiz anvertraut.)

Beschreibung des Projekts

Die dreifeldrige Brücke hat eine Hauptspannweite von 405 m mit Seitenspannweiten von je 179 m. Der Träger ist auf rund 80 m Höhe mit den Hauptpfeilern und mit den weiterführenden 90 m hohen prismatischen Pylonen monolithisch verbunden. In den beiden Widerlagern Süd und Nord ist der Fahrbahnträger mit je zwei 1500-Tonnen-Topflagern gegen vertikale negative Reaktionen gehalten, längsverschieblich gelagert und seitlich geführt. Der 5 m hohe und 35,8 m breite dreizellige Hohlkastenträger besteht aus 226 vorgefertigten Segmenten zu 3 m Länge mit einem Gewicht von 185 bis 250 t. Die Segmente sind untereinander in den Querfugen vollflächig mit Epoxidmörtel verklebt. Die 124 Schrägseilpaare, in zwei parallelen und rund 2 m voneinander entfernten Mittel-ebenen angeordnet, sind im Abstand von 6 m in jedem zweiten Segment verankert. Die Schrägkabel verlaufen in Sattelrohren kontinuierlich durch den Pylon und werden dort umgelenkt.

Pylone

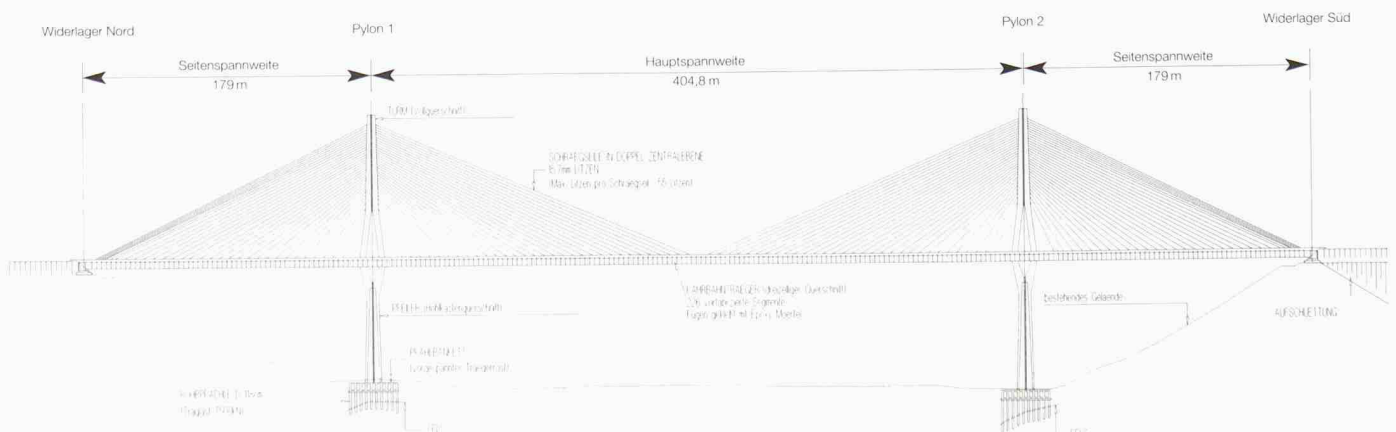
Die Gesamthöhen der Nord- und Südpylone betragen 167,5 bzw. 175,5 m. Jeder der Pylone ruht auf je 100 Ortbeton-Bohrpfählen mit 1,2 m Durchmesser und einer Traglast von 7500 kN. Die Spitzenpfähle geben ihre Lasten in einer Tiefe von 8 bis 27 m auf soliden Felsen ab. Die Pfahlbankette mit Grundabmessungen von 32 x 32 m bilden 6 m hohe vorgespannte Trägerroste mit einem soliden Kern unter den Pylonen. Die Pylone beginnen über dem Bankett mit einem Hohlkastenquerschnitt von 11 x 11 m, verjüngen sich auf 7,5 x 7,5 m und teilen sich 30 m unterhalb des Decks in vier massive Arme, um die notwendigen Biege- und Torsionsmomente aufnehmen zu können. Der obere Pylonbereich beginnt mit zwei massiven Beinen von 3,5 x 4,0 m, die sich in 30 m Höhe über der Fahrbahn in einem prismatischen Querschnitt der Masse 4,0 x 8,0 m vereinigen. Der Pylon verjüngt sich dann über die restlichen 60 m auf den Querschnitt 4,0 x 5,0 m. Die Pylone wurden mit einer Kletterschalung in 3 m hohen Abschnitten betoniert.

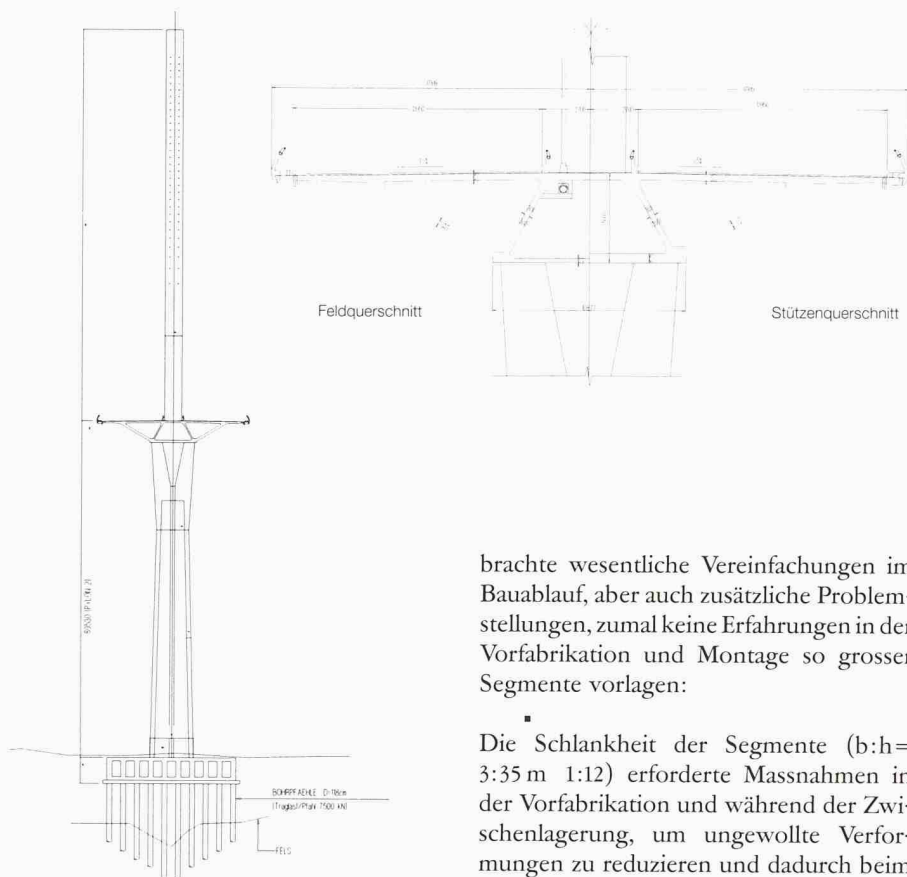
Träger im Pylonbereich

Die Kraftdurchleitung der Pylone durch den Fahrbahnträger erforderte massive, 2 m dicke Querträger im Brückenquerschnitt. Die Mittelzelle, das sogenannte Rückgrat des dreizelligen Querschnitts, wurde in diesem komplexen Bereich über eine Länge von 18 m in Ortbeton hergestellt, während die Aussenzellen aus 3 m langen, vorgefertigten Flügelementen bestehen. Deren Montage erfolgte symmetrisch mit einem Hebezeug. Die Verbindung der Flügelemente mit der Mittelzelle sowie untereinander in Brückenlängsrichtung erfolgt durch Ortbetonfugen mit überlappender Armierung

1

Längsansicht (alle Bilder: Roy Lengweiler)





2

Querschnitt durch Pylon und Fahrbahnträger

und durchlaufender Vorspannung. Die Verbindung zum ersten Segment zu beiden Seiten des Pfeilertischs besteht aus einer 5 cm starken Fuge aus mit Stahlfasern verstärktem, hochfestem Mörtel. Dies erlaubte die exakte Ausrichtung des ersten Segments in den sechs geometrischen Freiheitsgraden und war von grundlegender Bedeutung für die globale geometrische Richtung des daran anschliessenden Kragarms.

Fahrbahnträger

Im Ausschreibungsprojekt war vorgesehen gewesen, die Vorfabrikation des dreizelligen Querschnitts in Mittelzelle und Flügelemente zu unterteilen. Die Montage sollte demnach phasenverschoben vorgenommen werden, d.h. Installation und Kleben der trapezförmigen Mittelzelle und der Schrägseile im Voraus und - um einige Segmentlängen zurückverschoben - die Errichtung der dreieckförmigen, allseitig mit Ortbetonfugen verbundenen Flügelemente. Das Bauunternehmen beschloss, die Segmente als Einheit vorzufabrikieren und während der Montage vollflächig zu kleben. Diese in verschiedener Hinsicht innovative Idee

brachte wesentliche Vereinfachungen im Bauablauf, aber auch zusätzliche Problemstellungen, zumal keine Erfahrungen in der Vorfabrikation und Montage so grosser Segmente vorlagen:

- Die Schlankheit der Segmente ($b:h=3:35$ m 1:12) erforderte Massnahmen in der Vorfabrikation und während der Zwischenlagerung, um ungewollte Verformungen zu reduzieren und dadurch beim Kleben ein perfektes und spannungsfreies Passen in den Fugen zu gewährleisten.

- Das Hebegewicht eines einzelnen Segments stieg auf bis 250 t anstelle der ursprünglichen 130 t für die Mittelzelle und je 60 t für die beiden Flügelemente.

- Die Bauzustände bezüglich der Gesamtstabilität im Freivorbau wurden kritischer. Andererseits verdoppelten sich die Biegemomente und Querkräfte in den geklebten Fugen an den Kragarmenden nahezu unter den wechselnden Lasten (Montage der Segmente, Spannen der Schrägseile). Dies erforderte eine grössere temporäre Vorspannung zur Aufnahme der Zugspannungen und zur Schubsicherung.

Schrägseile

Insgesamt wurden 1700 t Litzensträhnen eingebaut. Die Anzahl Stahllitzen in den 124 Schrägseilen variiert zwischen 16 und 55 Litzen. Da die Kabel in einem mit Mörtel ausinjizierten Sattelrohr durch den Pylon verlaufen, hat das kürzeste Kabel eine Länge von 65 m, während das längste Kabel eine Gesamtlänge von 440 m aufweist. Die Spannverankerungen liegen in der Mittelzelle in massiven Verankerungsblöcken unterhalb der Fahrbahnplatte. Die Litzenbündel wurden auf dem Talboden vorfabriziert und als bis zu 25 t schwere Einheiten mit Winden durch die vorinstallierten HDPE-Hüllrohre und das Sattelrohr durchgezogen. Anschliessend er-

folgte die Montage der Verankerungsbestandteile auf dem Deck und das Einziehen der Kabelenden in die Segmente.

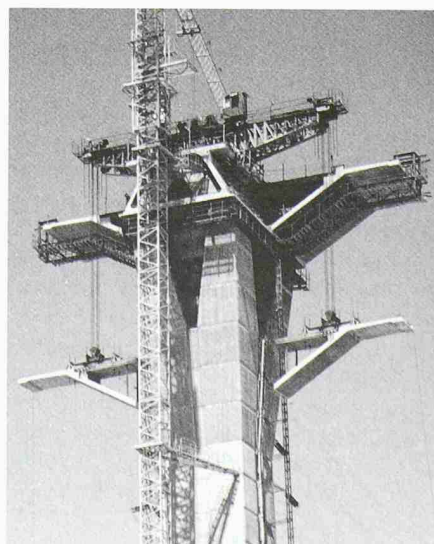
Bautechnische Aspekte

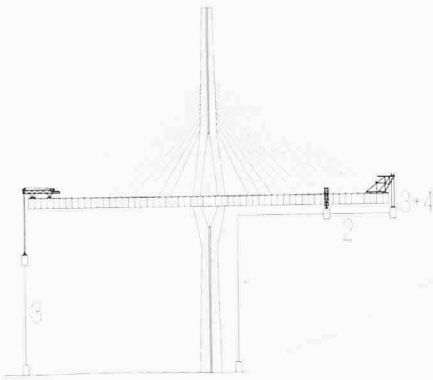
Segment-Vorfabrikation

Das Betonieren sämtlicher Segmente erfolgte in derselben Vorfabrikationszelle im sogenannten «short line»-Verfahren, d.h. die Endabschalungen für das Einzelsegment waren auf der einen Seite durch eine permanente Stahlabschalung gegeben, während auf der anderen Seite das vorgängig betonierete Segment entsprechend den drei Rotationsfreiheitsgraden mit hydraulischen Pressen in die gewünschte Lage positioniert wurde und dadurch die andere physische Endschalung lieferte. Die Rotationswinkel setzten sich aus den theoretischen Voreinstellwerten, berechnet in der Bauzustandsanalyse, und der Fehlerkorrektur, beobachtet in der Vermessung des vorgängig betonierten Segments, zusammen. Die Hauptschwierigkeit bestand darin, das Ebenbleiben der Abschallfläche, mithin des zuletzt betonierten Segments, unter dem Einfluss der Hydratationswärme zu sichern. Das Volumen von 75 bis 92 m³ Frischbeton erzeugte bei den klimatischen Bedingungen vor Ort mit einer typischen Umgebungstemperatur in der Nacht von 30 °C Abbinde-temperaturen von bis zu 80 °C. Das einseitige Erwärmen des als Endabschalung dienenden Segments verursachte eine Verformung während des Abbindeprozesses. Die Flexibilität des Segments erlaubte aber, diese Temperaturverformungen durch Abstützungen an die permanente

3

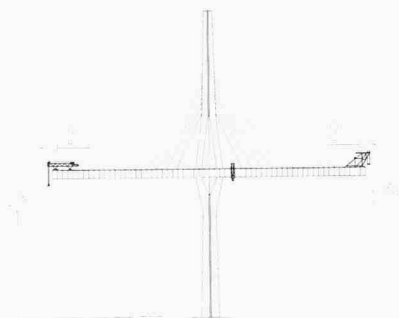
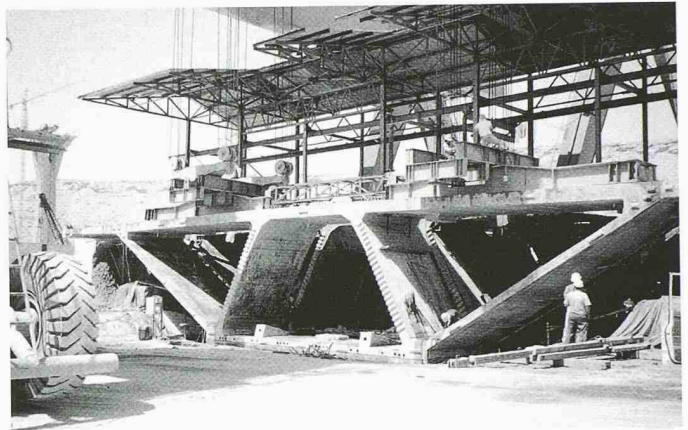
Pfeilerkopf. Heben der Flügelemente



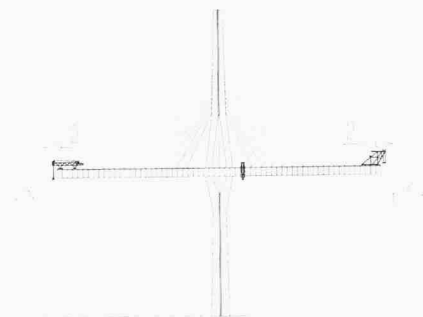
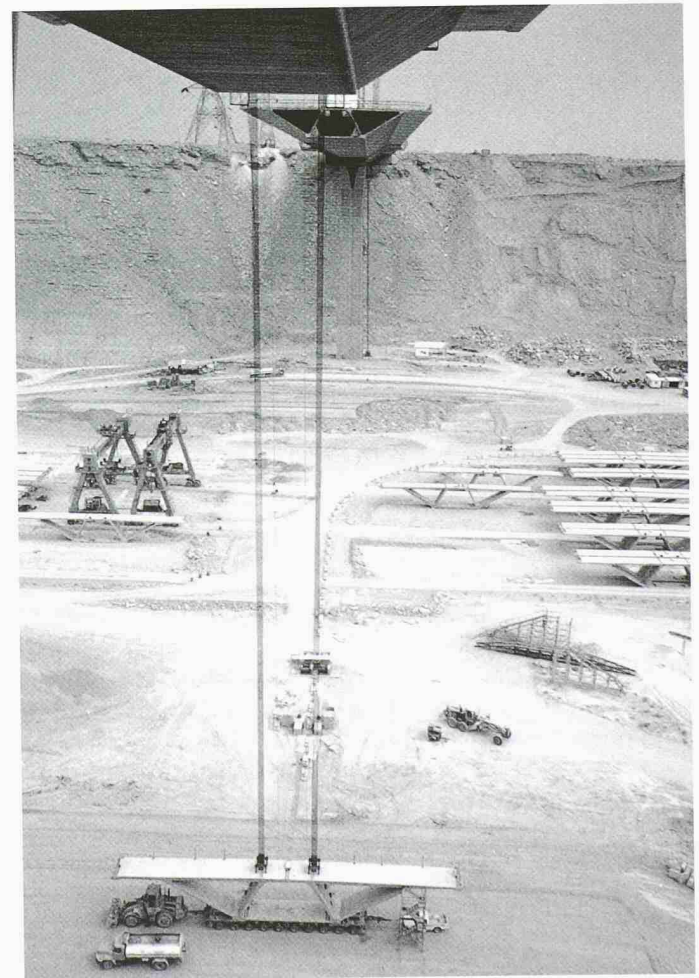


a: 1-4: Errichten eines Segmentpaares (ohne Verankerungen)

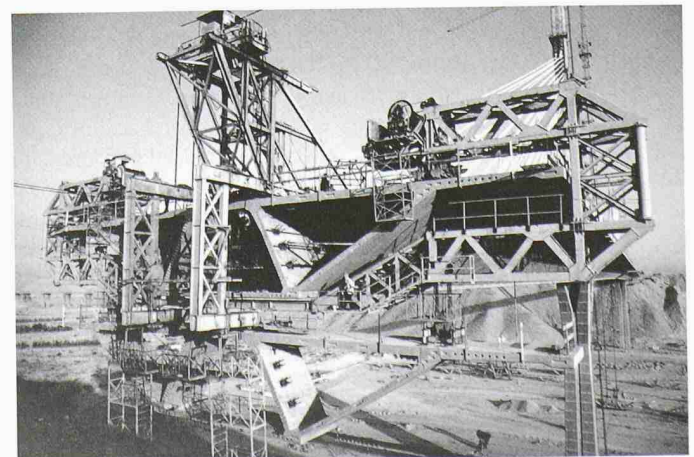
4
Segmentvorfabrikation



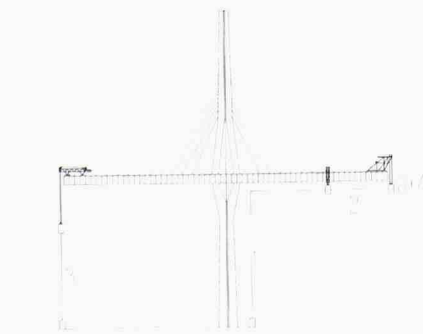
b: 1: Nachspannen des letzten Schrägseilpaares
2: Verschieben der Hebeegerüste



c: Geometrieontrolle der Kragarme vor Sonnenaufgang
1-4: Errichten eines Segmentpaares (mit Verankerungen)

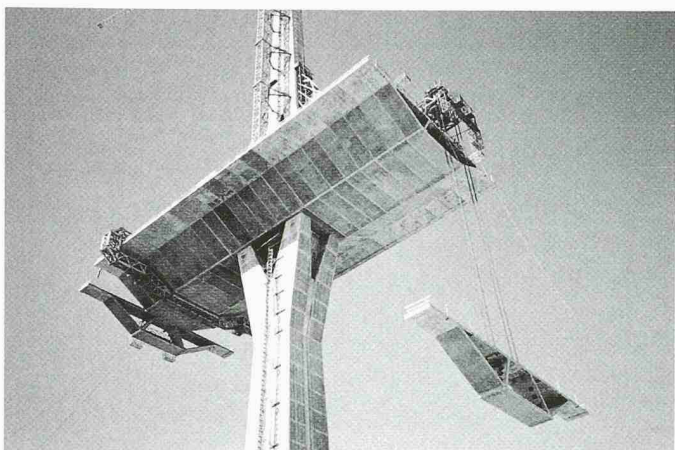


6
Mitte rechts: Segmentanlieferung Hauptspannweite,
unten rechts: Vorfahren des Segments in Seitenspannweite



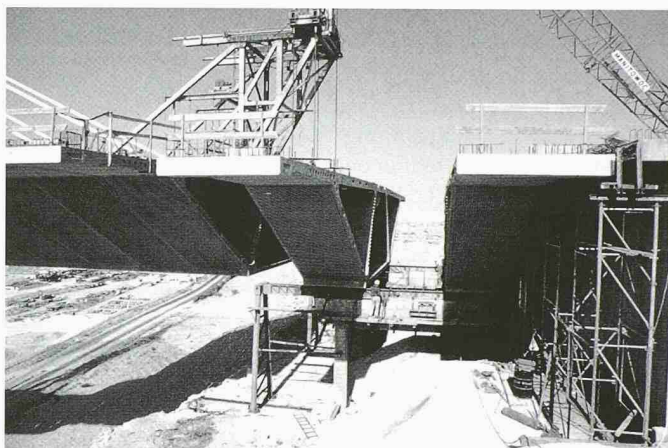
d: 1: Installation und Spannen des neuen Schrägseilpaares
2: Verschieben der Hebeegerüste

5
Typische Phasen im Freivorbau



7

Gleichzeitiges Heben der Segmente



9

Zwischenlagern der letzten Segmente in Seitenspannweite

und steife Endabschalung vollständig zu unterdrücken. Die Schalung wurde 18 bis 24 Stunden nach Betonieren geöffnet und das neue Segment in die Betonierstellung für das nächste Segment gebracht. In der Spitzenproduktionszeit wurden drei Segmente pro Arbeitswoche betoniert. Die Vorfabrikation dauerte insgesamt 25 Monate.

Freivorbau/Montage der Segmente

Nachdem die ersten Segmente auf beiden Seiten mit einer Mörtelfuge in genauer geometrischer Ausrichtung an den erstellten Pfeilertisch angefügt worden waren, begann der eigentliche Freivorbau,

8

Aufbringen des Epoxidmörtels in der Segmentfuge



der sich in Haupt- und Seitenspannweite durch die verwendeten Hebeegerüste unterschied:

- Seitenspannweite: Anlieferung der Segmente am Pylon und Heben mit dem Vorfahrgerüst. Anschliessendes Verschieben zum Kragarmende und Übergabe an ein hydraulisches Versetzgerät, welches das Segment in Klebposition brachte.

- Hauptspannweite: Anlieferung der Segmente direkt in die Hebeposition für das Gerüst am Kragarmende. Die Segmente wurden von zwei Seilwinden gehoben.

Die statische Überprüfung der Bauzustände zeigte, dass das Segment in Seitenspannweite vor dem entsprechenden Segment in Hauptspannweite errichtet werden konnte, das gleichzeitige Heben wurde aber aus zeitlichen Gründen vorgezogen. Ein vollständiger Bauzyklus, entsprechend einem Kragarmzuwachs von zwei Segmenten, ist in Bild 5 gezeigt und in die vier Phasen a bis d unterteilt. Das Errichten eines Segmentpaares (Phase a bzw. c) dauerte vom Zeitpunkt des Hebens in der Seitenspannweite bis zum Schliessen der Fugen inklusive Aufbringen des Klebedrucks mit temporärer Vorspannung rund vier Stunden.

Nach dem Erhärten des Klebers auf die minimal erforderliche Scherfestigkeit wurde die zusätzliche temporäre Vorspannung für die nachkommenden Bauzustände in einer zweiten Stufe aufgebracht. In den zuerst gebauten Kragarmen beim Pylon Nord wurde eine mittlere Zykluszeit von 5 bis 6 Tagen erreicht. Die Kragarme bei Pylon Süd wurden in einer mittleren Etappenzeit von 4 Tagen gebaut; in zwei Fällen wurden Zyklen von 3 Arbeitstagen erreicht. Der rasche Baufortschritt

im Freivorbau und die erreichte Qualität demonstrieren die Vorteile Vorfabrikationsmethode gegenüber der Ortbetonbauweise.

Fugenschluss in Seitenspannweite

Der Fugenschluss in der Seitenspannweite zu dem bereits vorgängig in Ortbeton erstellten Endsegment erforderte eine Zwischenlagerung der letzten fünf Segmente wegen der topographischen Verhältnisse. Die Segmente wurden wie im normalen Freivorbau, jedoch in umgekehrter Reihenfolge, an das Kragarmende gebracht, von dort mit dem Versetzgerät auf die temporäre Hilfsstruktur gehoben und auf einer Verschiebebahn gegen das bereits betonierete Endsegment zur Zwischenlagerung verschoben. Nach dieser Bauphase begann erneut der symmetrische Freivorbau in Haupt- und Seitenspannweite. Anschliessend wurden die Fuge zwischen dem fertiggestellten Seitenkragarm und dem Ortbetonquerträger ausbetoniert und die Längskabel gespannt. Wie in der Bauzustandsanalyse vorbestimmt, musste das Ende des Seitenkragarms um rund 280 mm abgesenkt werden. Diese Massnahme war zur Korrektur der Biegemomente im Pylon notwendig, da die ersten dreissig Segmente im Hauptkragarm schwerer sind als die entsprechenden Segmente im Seitenkragarm. Es folgten die Montage der zwei Topflager im Endsegment und das abschliessende Betonieren der 1,7 m dicken und vorgespannten Fahrbahnplatte, die die aufwärtsgerichteten Lagerkräfte zurück in das Widerlager führt.

Fugenschluss in Hauptspannweite

Nach Errichten des letzten Segments und Kabelpaars wurden die beiden Hauptkragarme mit einem 3 m langen Fugen-

schluss verbunden. Um Relativbewegungen infolge Temperatur, Wind und den 185 t Frischbetongewicht zu verhindern, wurden beide Kragarme mit Stahlstützen und teilweiser Vorspannung einiger Längsspannkabel zusammengespannt. Vier HEB-600-Stahlträger, die beidseitig in der oberen Fahrbahnplatte eingespannt waren, verhinderten vertikale Relativverschiebungen. Das Betonieren erfolgte aufgrund von thermischen Messungen auf der Baustelle in den frühen Abendstunden. Die Beobachtungen zeigten, dass die Struktur um etwa 6 bis 8 Stunden phasenverschoben auf die Umgebungstemperatur reagiert. Der so gewählte Zeitpunkt des Betonierens stellte sicher, dass der Fahrbahnträger während der Erhärtungszeit des Betons expandierte und das Risiko für allfällige Risse reduziert werden konnte. Die Arbeiten für den Fugenschluss dauerten vom Heben der Schalung bis und mit Vorspannen der total 72 Kontinuitätskabel nur rund einen Monat und bedingten eine präzise Planung und Koordination bis ins kleinste Detail.

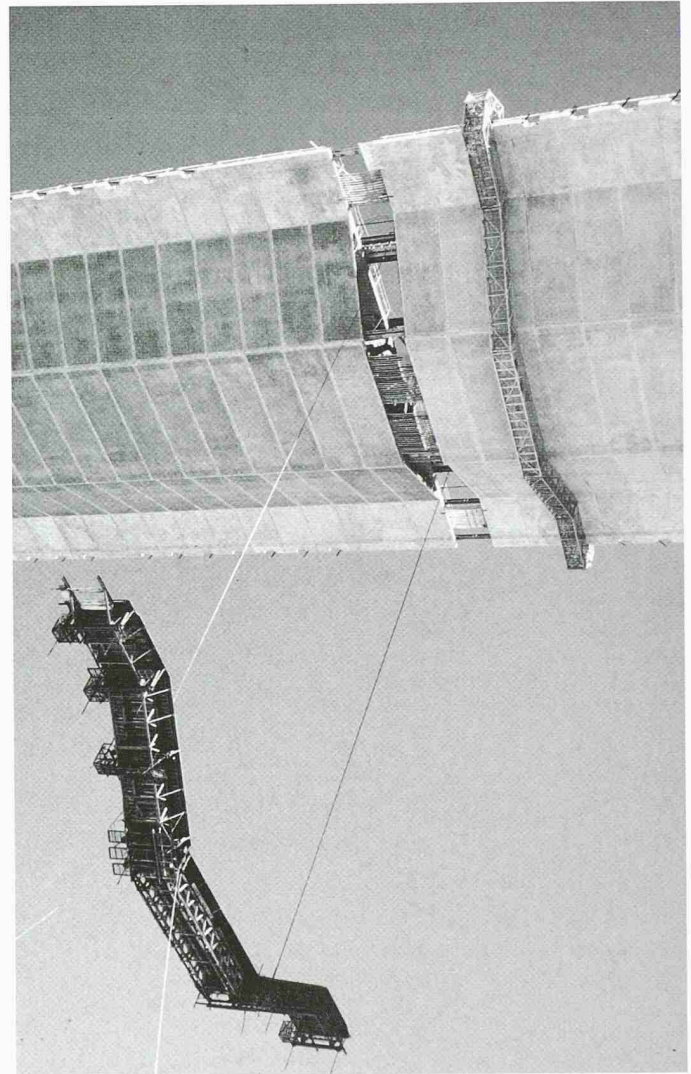
Statik und Geometrie im Bauzustand

Die Brücke wurde als räumliches Stabtragwerk modelliert. Die Lastfälle der bekannten Konstruktionslasten und Freivorbauoperationen wurden an den entsprechenden Teilsystemaktivierungen gerechnet und dem Bauablauf diesbezüglich überlagert. Die einzigen anfänglich unbekannt Lastfälle waren das Spannen der Schrägseile, das aufgrund der Spannungsnachweise am Trägerquerschnitt in zwei Stufen durchgeführt werden musste. Die Bestimmung der Kriech- und Schwindwerte zur Berechnung der Langzeiteinflüsse für jeden Bauabschnitt erfolgte aufgrund des ursprünglichen Bauprogramms. Während der Ausführung traten zwar Programmänderungen auf, deren Einfluss auf die Langzeitverformungen und Schnittkräfte konnte jedoch vernachlässigt werden. Die Nachreglierung der Schrägseile am Bauende war notwendig, um die vom planenden Ingenieur vorgegebenen Kräfte zu erreichen. Dadurch ergab sich auch die gewünschte Schnittkraftverteilung in der Struktur.

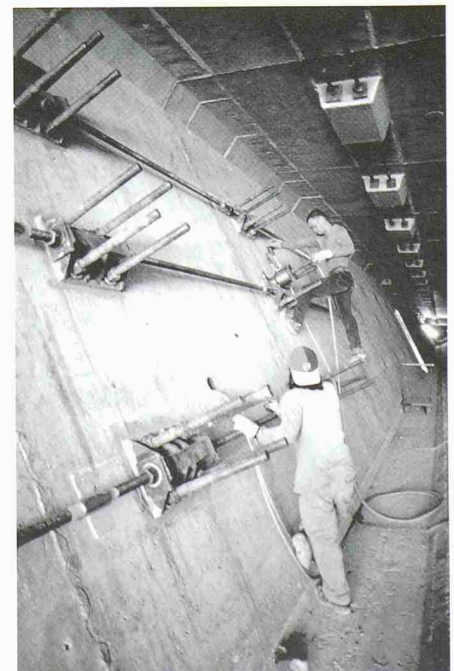
Spannungs- und Schubnachweise/ Temporäre Längsvorspannung

Die Spannungs- und Schubnachweise in den geklebten Segmentfugen waren von vorrangiger Bedeutung. Die temporäre Vorspannung in den Kragarmenden musste so ausgelegt werden, dass in keinem Bauzustand und unter Berücksichtigung von sämtlichen Lasten - Eigen-

10
Heben der Ortbeton-
schalung für den Fu-
genschluss



11
Typische Anordnung der temporären Vorspan-
nung



gewicht, Spannen der Schrägseile, Konstruktions- und variable Lasten (dynamische Einflüsse bei der Montage, unter Wind und Temperatur usw.) Zugspannungen in den Fugen auftraten. Die Diskontinuitätsbereiche der Kragarmenden verlangten nach einem dreidimensionalen FE-Modell, um die Einleitung der konzentrierten Schrägseilkräfte und Gerüstreaktionen beim Vorfahren und Heben genauer zu erfassen. Die Spannungsergebnisse (Normalspannungen und Schub) gaben Hinweise über die Anordnung und Verteilung der temporären Spannstäbe in den letzten Klebefugen, um lokale Zugspannungen zu vermeiden und genügend Scherwiderstand zu erzeugen.

Temperatur-Einwirkungen

Um den ausserordentlichen klimatischen Bedingungen vor Ort Rechnung zu tragen, wurden folgende Temperatureinflüsse berücksichtigt:



12

Ansicht der Brücke in der fortgeschrittenen Freivorbauphase

- Beton-Struktur: $TB = 25^{\circ}\text{C} \pm 30^{\circ}\text{C}$
- Schrägkabel: $TS = TB \pm 12^{\circ}\text{C}$
- Gradient im Träger: $TG = +5,5^{\circ}\text{C}$ bis $-2,0^{\circ}\text{C}$

Da der relative Temperaturunterschied zwischen Schrägseilen und Betonstruktur in Kombination mit dem Temperaturgradienten im Hohlkastenträger zu beachtlichen Zwängungsschnittkräften führt, mussten folgende Temperaturlastfälle für die Spannungsnachweise in den Klebefugen mit berücksichtigt werden:

- $TS (+12^{\circ}\text{C})$
- $TS (+12^{\circ}\text{C}) + TG (+5,5^{\circ}\text{C})$
- $TS (-12^{\circ}\text{C})$
- $TS (-12^{\circ}\text{C}) + TG (-2,0^{\circ}\text{C})$

Die Temperatureinflüsse spielten auch eine wichtige Rolle in der Geometrie-Kontrolle. Aus diesem Grunde wurden Temperaturfühler in einigen Segmenten und Schrägseilen eingebaut. Aus den Messwerten konnten die Temperatur in den Schrägseilen, ein Mittelwert für den Beton und ein linearer Gradient im Brückenquerschnitt bestimmt und als Lastfall im statischen Modell eingeführt werden. Mit den gerechneten vertikalen Durchbiegungen korrigierte man die theoretische Kontrolllinie analog zu den Vermessungsergebnissen. Es zeigte sich, dass auch frühmorgens, im Zeitpunkt der Vermessung, keine ausgeglichenen Temperaturverhältnisse herrschten und im Falle eines Kragarms von 200 m Länge eine Korrektur von 100 mm berücksichtigt werden musste.

Eine ähnliche Temperaturkorrektur in Form einer Kraft wurde für das Spannen der Schrägseile eingeführt. Der Temperatureinfluss auf die Seilkräfte im Freivorbau musste in den ersten zehn Schrägseilen im steifen Pylonbereich berücksichtigt werden.

Geometrie-Kontrolle

Als Eigenheit der Vorfabrikationsmethode wird die in der Bauzustandsanalyse berechnete Überhöhungskurve bei der Herstellung der Segmente berücksichtigt und somit sozusagen «eingefroren». Die Geometrie der Freivorbauten wurde jeweils frühmorgens vor Sonnenaufgang kontrolliert, nachdem am Vortag ein Standardsegment (ohne Schrägkabelverankerungen) geklebt und die letztinstallierten Schrägseile nachgespannt worden waren. Diese Vermessung wurde mit der für diesen Bauzustand gerechneten Überhöhungskurve verglichen. Beobachtete Abweichungen können beim Freivorbau einer Schrägseilbrücke im Allgemeinen auf Folgendes zurückgeführt werden:

- Eigengewichte und temporäre Konstruktionslasten auf dem Träger entsprechen nicht den in der Berechnung angenommenen Lasten
- Die Spannkraft der Schrägseile weichen von den gerechneten Spannkraften ab
- Geometriefehler in den vorgefertigten Segmenten, die in der Vorfabrikation nicht korrigiert wurden oder später während der Lagerungszeit entstanden.

Deshalb wurden in der Vorfabrikation und beim Heben die Segmentgewichte gemessen und die festgelegten Konstruktionslasten auf dem Träger strikte überwacht. Im Weiteren verwendete man präzise und kalibrierte Pressen. Die gute Übereinstimmung der Kabelverlängerungen mit den theoretischen Werten war eine wertvolle Bestätigung. Bei den kleinen auftretenden Abweichungen war daher der letzte Punkt die einzige plausible Erklärung. Eine Korrektur der Geometrie durch eine Ände-

rung der Schrägseilkräfte kam deshalb nicht in Betracht und hätte im steifen Kastenträger nur zu einer unerwünschten Umverteilung der Schnittkräfte geführt. Man entschied sich für das Einfügen von dünnen Fiberglasmatten in der oberen bzw. unteren Hälfte der Klebeflächen und konnte damit eine genügende Rotation des neuen Segments bzw. des noch fehlenden Kragträgers erreichen. Im Falle der Wadi-Leban-Brücke stimmte das Fahrprofil bei Bauende auf 3 cm genau mit dem gerechneten Profil überein.

Schlussbemerkungen

Das Beispiel der Wadi-Leban-Brücke zeigt den Fortschritt in der Anwendung der Segmentbauweise anhand des Baus einer bemerkenswerten Schrägseilbrücke. Die Länge der Spannweite und Breite des Fahrtrahmens, getragen von Schrägseilen in der Zentralebene, überschreitet bis anhin gekannte Dimensionen und Erfahrungen. Aufbauend auf dem vorhandenen Stand der Technik erforderte die Realisierung dieser Brücke in der Planung und Ausführung Innovationsgeist, gute Zusammenarbeit und letztlich auch eine Portion Mut bei allen Beteiligten. Der Entscheidung des Unternehmens, den ganzen Querschnitt vorzufabrikieren und die Segmente als eine Einheit zu heben und vollflächig zu kleben, erforderte umfangreiche Studien der Statik der Bauzustände und -methodik. Die unzähligen Vorversuche auf der Baustelle dienten als zusätzliche Rückversicherung und sinnvoller Schritt in der Risikobeschränkung.

Die Wadi-Leban-Brücke ist ein nicht alltägliches Bauingenieurwerk und vereinfacht in einer faszinierenden Weise die vielfältigen und praktischen Herausforderungen an den Beruf des Brückenbauingenieurs.

Adresse der Verfasser:

Roy Lengweiler, dipl. Bauing. ETH/SIA, Saudi Archirodon J.V, Riyadh (bis Feb. 98: VSL-Technical Centre Europe), Gerard Marchon, dipl. Bauing. ETH/SIA, VSL-Technical Centre Europe, Bernstrasse 9, 3421 Lyssach

Am Bau Hauptbeteiligte

Bauherrschaft:
Kingdom of Saudi Arabia, Ministry of Communication, Riyadh

Planendes Ingenieurbüro:
Dar Al Handasah, Mr. Srinivasan, London

Bauunternehmen:
Tanmia - Saudi Archirodon JV, Jeddah

Spezialunternehmen:
VSL-International Ltd., Lyssach (Bauzustandsanalyse, Schrägseile, Vorspannung)